В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

ВЫПУСК 63

ЭЛЕКТРОНИКА В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНДЕНСАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ

В. Верютин

Конденсаторные системы зажигания известны уже более 10 лет. Однако их первые конструкции имели существенные недостатки (незначительный КПД, большие габариты и пр.). Система зажигания, ставшая уже классической, изображена на рис. 1. Она содержит преобразователь низкого напряжения бортовой сети (6 или 12 В) в более высокое (300—400 В), накопительный конденсатор *C1*, тринистор *Д1*, включенный параллельно выходу преобразователя, и блок управления. Закрытый тринистор не пропускает тока, и конденсатор *C1* заряжается до максимального напряжения. В момент t_1

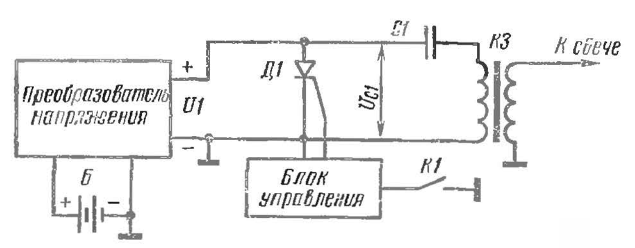


Рис. 1. Принципиальная схема «классической» системы зажигания

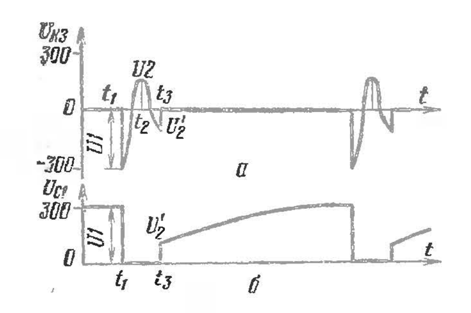


Рис. 2. Эпюры напряжений на катушке зажигания ($U_{кз}$) и левой обкладке накопительного конденсатора (U_{C1}) для «классической» системы

(рис. 2) размыкаются контакты прерывателя *К1* и блок управления открывает тринистор, в результате чего конденсатор подключается к первичной обмотке катушки зажигания $КЗ_1$. Во вторичной обмотке катушки зажигания индуцируется импульс высокого напряжения, и в свече зажигания проскакивает искра.

Первичная обмотка катушки зажигания с конденсатором *С1* образуют контур с затухающими колебаниями: в момент t_2 напряжение на первичной обмотке достигает значения U_2 обратного знака, а сила тока в контуре становится равной нулю. В следующем полупериоде ток будет проходить через диоды выпрямителя преобразователя, тринистор отключается. В момент t_3 сила тока опять станет равной нулю, а напряжение U_{C1} левой (по схеме) обкладки конденсатора скачкообразно повысится до U'_2, причем его полярность совпадет с первоначальной. Поэтому дальнейший заряд конденсатора начнется не с нуля, а с напряжения U'_2. Его величина зависит от добротности колебательного контура. В реальном устройстве с напряжением $U_1 = 300$ В, тринистором КУ201Л и катушкой зажигания Б115 напряжение $U_2 = (0{,}3—0{,}7)\ U_1$, $U'_2 = (0{,}2—0{,}5)\ U_1$. Большой разброс величин объясняется сильной зависимостью добротности колебательного контура от воздушного зазора свечи, подключенной ко вторичной обмотке катушки зажигания. Скорость скачкообразного нарастания напряжения U'_2 на аноде тринистора должна быть меньше указанной в его паспорте, иначе тринистор опять откроется, и колебательный процесс будет продолжаться до тех пор, пока скорость нарастания напряжения на аноде не станет меньше критической. Скорость нарастания зависит в основном от частотных свойств выпрямительных диодов

преобразователя. Например, с диодами Д226 повторного срабатывания тринистора не происходит, а с диодами КД202, имеющими бóльшую рабочую частоту, он остается открытым на протяжении двух-трех периодов колебательного процесса, что значительно снижает КПД системы и максимально возможную частоту искрообразования.

После момента t_3 вновь происходит заряд конденсатора от преобразователя напряжения. Этот процесс

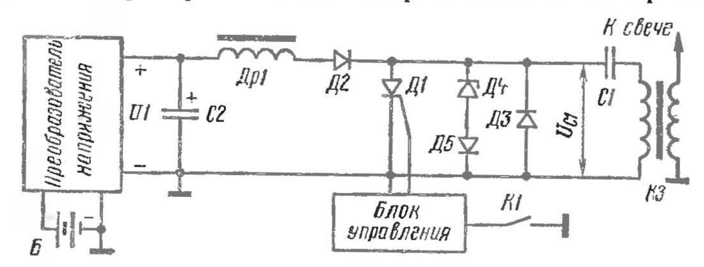


Рис. 3. Принципиальная схема системы зажигания с дросселем

можно уподобить заряду через резистор, поэтому КПД зарядной цепи не может быть более 50%. Значит, примерно половина мощности, потребляемой преобразователем, будет выделяться на транзисторах преобразователя, вследствие чего они должны иметь повышенную допустимую мощность рассеяния.

Подсчитаем мощность, необходимую для полного заряда накопительного конденсатора при максимальной частоте вращения вала четырехтактного четырехцилиндрового двигателя (6000 об/мин). За один оборот вала двигателя горючая смесь поджигается в двух цилиндрах, поэтому частота заряда будет равна $f = 200$ Гц. Для надежного зажигания смеси необходимо, чтобы энергия, накопленная в конденсаторе, была около 0,1 Дж, поэтому при напряжении, равном 300 В, его емкость должна быть около 2 мкФ. Учитывая то, что конденсатор заряжается не с нуля, а с напряжения $U'_2 \approx 100$ В, энергия W, требуемая для заряда до 300 В, будет равна

$$W = \frac{C(U_1^2 - U'^2_2)}{2} = 0{,}08 \text{ Дж}.$$

Мощность, потребляемая от источника питания при идеальной зарядной цепи, подсчитывается по формуле

$$P = Wf = 16 \text{ В}\cdot\text{А}.$$

Значит, потребляемая мощность будет около 32 В·А.

На рис. 3 представлена схема конденсаторной системы зажигания, у которой зарядная цепь близка к идеальной (КПД — равен 90%). Это достигнуто применением дросселя *Др1*. Система работает без срывов генерации преобразователя, поэтому мощность, выделяемая на транзисторах преобразователя, мала и не превышает 3 В·А. Принципиально работа системы возможна при условии, что индуктивность дросселя в 10—20 раз больше индуктивности первичной обмотки катушки зажигания. Отличие процесса заряда-разряда заключается (рис. 4) в том, что после момента времени t_3 конденсатор *С1* заряжается посредством резонансного разряда через дроссель от конденсатора *С2*.

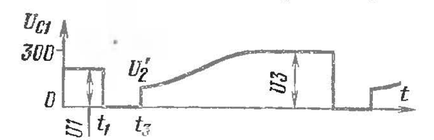


Рис. 4. Эпюра напряжения на накопительном конденсаторе для системы с дросселем

Диод *Д2* (см. рис. 3) необходим для прерывания колебательного процесса в момент, когда конденсатор *С1* зарядится до максимального напряжения. Стабилитрон *Д4* и диод *Д5* служат для ограничения напряжения на конденсаторе *С1* до 300 В.

Если считать, что заряд идет без потерь, U_1 может быть определено из простого соотношения

$$U_1 = \frac{U_3 - U_2'}{2} + U_2' = \frac{U_3 + U_2'}{2}.$$

В установившемся режиме, т. е. после некоторого количества циклов искрообразования, напряжение U_3 должно достигнуть 300 В, а U'_2 — 100 В, следовательно

$$U_1 = \frac{300 + 100}{2} = 200 \text{ В}.$$

Таким образом, выходное напряжение преобразователя должно быть около 200 В.

Мощность, потребляемая от источника питания, была найдена экспериментально перемножением напряжения U_1 на среднюю силу тока в цепи. При частоте искрообразования $f = 200$ Гц, емкости конденсатора $C_2 = 2$ мкФ и катушке зажигания типа Б115 с воздушным зазором во вторичной обмотке 4 мм сила тока в цепи достигала 65 мА, а мощность составила 13 В·А.

Следует отметить, что диод *Д3* не должен быть высокочастотным, так как в этом случае в момент t_3 скорость нарастания напряжения на аноде тринистора может превысить максимально допустимое значение, тринистор опять откроется и уже не сможет выключиться вследствие значительной силы тока через дроссель.

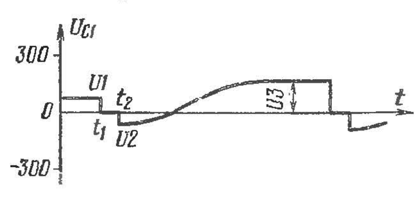


Рис. 5. Эпюра напряжения на накопительном конденсаторе для системы без диода *Д3*

Устройство, собранное по схеме рис. 3, можно выполнить и без диода *Д3*. Эпюра напряжения на конденсаторе показана для этого случая на рис. 5. К моменту t_2 сила тока через первичную обмотку катушки зажигания становится равной нулю, а напряжение на аноде тринистора скачкообразно изменяется до величины U_2 (обратного для тринистора знака). С этого же момента начинается резонансный перезаряд конденсатора *C1* через дроссель *Др1* с напряжения U_2 до напряжения U_3.

Это устройство позволяет достичь напряжения 300 В на конденсаторе *C1* при напряжении преобразователя, равном 70 В, т. е. почти в три раза меньшем напряжения преобразователя в предыдущем варианте. Сила тока в цепи при условиях, аналогичных условиям предыдущего примера, оказалась равной 0,17 А, отсюда мощность $P = 12$ В·А, т. е. примерно такая же, как и в предыдущем случае.

Система зажигания, приведенная на рис. 3, имеет значительно более высокий КПД по сравнению с «классической», однако время заряда накопительного конденсатора остается примерно таким же.

На рис. 6 изображена схема системы зажигания, у которой время заряда накопительного конденсатора зна-

чительно меньше, а КПД — такой же высокий, как и у системы, приведенной на рис. 3.

Проследим ее работу по эпюре напряжения (рис. 7). Пусть к моменту прихода запускающего импульса от

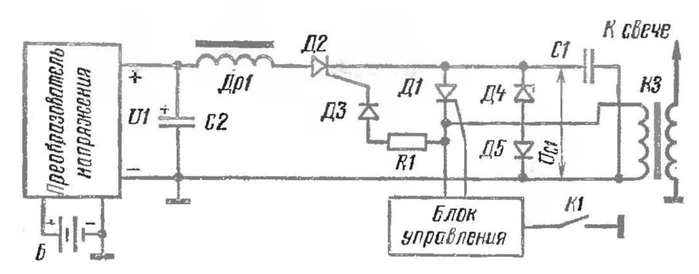


Рис. 6. Принципиальная схема системы зажигания с уменьшенным временем заряда накопительного конденсатора

блока управления напряжение на конденсаторе *C1* равно U_1. С приходом запускающего импульса в момент t_1 открывается тринистор *Д1*, который соединяет первичную обмотку катушки зажигания с конденсатором. Происходит его резонансный перезаряд до напряжения U_2 обратного знака. В момент t_2 напряжение на катоде тринистора *Д1* скачкообразно изменяется до U_2, являющегося обратным для тринистора.

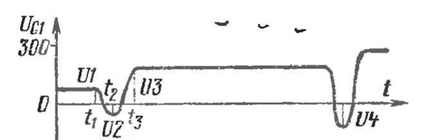


Рис. 7. Эпюра напряжения на накопительном конденсаторе для системы с уменьшенным временем заряда

Тем самым к управляющему электроду тринистора *Д2* через диод *Д3* и резистор *R1* прикладывается напряжение U_2. В результате тринистор *Д2* открывается и подключает накопительный конденсатор к дросселю *Др1*. Далее следует резонансный перезаряд конденсатора *C1* с напряжения U_2 до напряжения U_3. Индуктивность дросселя берется в этом случае равной по величине индуктивности первичной обмотки катушки зажигания. Напряжение преобразователя U_1 и потребляемая мощность такие же, как и в системе зажигания, приведенной на рис. 3 (без диода *Д3*).

Если применить в данной системе вместо дросселя вторую катушку зажигания, высоковольтный провод

которой подключен к другой свече в том же цилиндре, то можно получить систему с двойным искрообразованием. В момент подхода поршня к верхней мертвой точке в камере сгорания образуются две следующие одна за другой искры с промежутком времени, зависящим от емкости накопительного конденсатора и типа катушки зажигания. С емкостью 2 мкФ и катушкой зажигания типа Б115 этот интервал равен 500 мкс. Двойное искрообра-

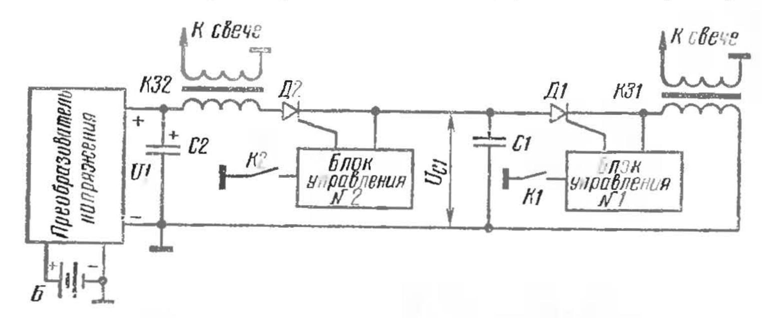


Рис. 8. Принципиальная схема системы зажигания с двумя катушками

зование, как показывает практика, облегчает пуск двигателя, а также обеспечивает более полное сгорание горючей смеси, что уменьшает расход топлива.

Максимально возможная частота искрообразования у такой системы зажигания может достигать 1 кГц и более, т. е. такая система зажигания с успехом может обслуживать восьмицилиндровый четырехтактный двигатель с максимальной частотой вращения 12 тыс. об/мин.

Еще более высокую частоту искрообразования можно получить от системы зажигания с двумя катушками зажигания, каждая из которых имеет свой прерыватель. Схема данной системы приведена на рис. 8. Устройство можно устанавливать на двухцилиндровых высокооборотных двигателях, а также на двухцилиндровых двигателях мотоциклов «Ява-350», «Иж-Юпитер» и др. Здесь каждый цилиндр обслуживается своими катушкой зажигания, блоком управления и прерывателем. Система работает так, что при искрообразовании в одном цилиндре накопительный конденсатор автоматически перезаряжается до напряжения, необходимого для искрообразования в другом цилиндре. На рис. 9 показана

эпюра напряжения на обкладке накопительного конденсатора для системы с двумя катушками зажигания. Видно, что время разряда конденсатора через первичную обмотку одной из катушек одновременно является временем заряда конденсатора для другой катушки.

Максимальная частота искрообразования с емкостью накопительного конденсатора, равной 2 мкФ, и катушкой зажигания Б115 составляет примерно 2 кГц.

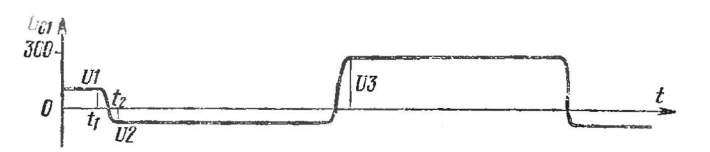


Рис. 9. Эпюра напряжения на накопительном конденсаторе для системы с двумя катушками зажигания

В заключение следует сказать, что подобные устройства можно использовать не только как системы зажигания, но и как источники высокого напряжения для различных приборов.

ЛИТЕРАТУРА

Боровских Ю. И. Электрооборудование автомобилей. М., Транспорт, 1971.

Верютин В. И. Система зажигания. Авт. свидетельство № 487244, «Бюллетень изобретений», 1975, № 37.

Моргулев А. С., Сонин Е. К. Полупроводниковые системы зажигания. М., Энергия, 1972.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ

Б. Портной

Приведенный на рис. 1 демонстрационный осциллограф позволяет наглядно изучать принципы осциллографирования, при этом имеется возможность демонстрировать действие отдельных функциональных узлов прибора.

Осциллограф состоит из электронно-лучевой трубки, высоковольтного выпрямителя, усилителя вертикального отклонения луча и генератора горизонтальной развертки. Для демонстрации свойств электронных пучков, напри-

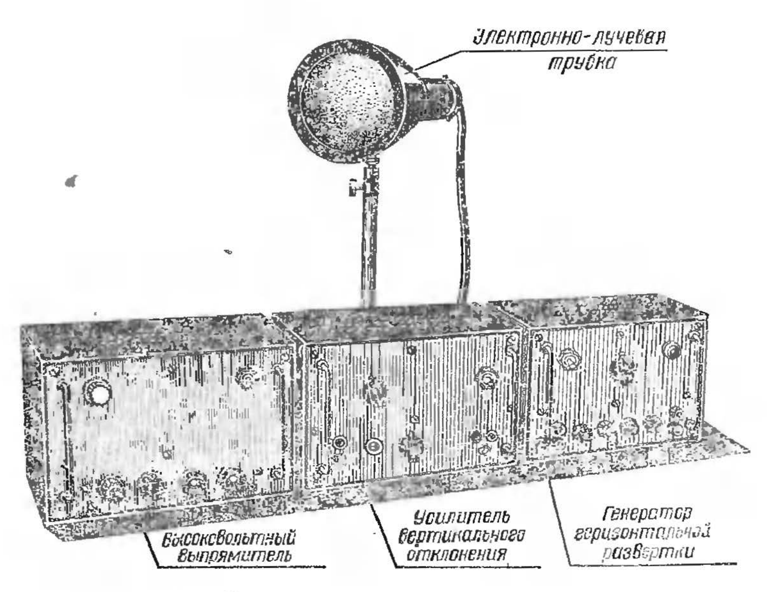


Рис. 1. Внешний вид прибора

мер при воздействии магнитного или электростатического полей, трубку удобно поместить в экран, который изготовлен из магнитомягкой стали М3. Его размеры допускают размещение электронно-лучевой трубки 13ЛО37И, применяемой в школьном осциллографе. Средняя часть экрана имеет держатель, при помощи которого экран вместе с трубкой укреплен на штативе. Трубка надежно удерживается кольцом, навинчиваемым на экран с лицевой стороны. Вторую часть экрана надевают на трубку и соединяют с первой частью так, чтобы прорези в лапках-держателях совпали со штифтами замка, Штатив позволяет свободно ориентировать трубку в различных направлениях и устанавливать ее на необходимую высоту.

Принципиальная схема демонстрационного осциллографа приведена на рис. 2. Усилитель вертикального отклонения луча усиливает исследуемый сигнал до величины, соответствующей требуемому отклонению электронного луча по вертикали. Необходимость дополнительного усиления исследуемого сигнала продиктована низкой чувствительностью электронно-лучевой трубки 13ЛО37И: при напряжении на первом и третьем анодах, равном 1,5 кВ, чувствительность ее вертикально отклоняющих пластин составляет 0,5 мм/В. Коэффициент усиления усилителя составляет 200, что дает возможность исследовать сигналы с амплитудой 0,1 В и выше.

Усилитель вертикального отклонения луча — трехкаскадный. Первый каскад (левая половина лампы *Л1*) собран по схеме катодного повторителя и позволяет получить высокое входное сопротивление прибора. На входе каскада включен частотно-компенсированный делитель напряжения *R1R2C1C2*. Переключателем *В1* можно изменять напряжение сигнала на входе осциллографа в отношении 1 : 1 или 1 : 20. Конденсатор *С3* исключает влияние постоянной составляющей исследуемого сигнала на вход усилителя. Нагрузкой катодного повторителя служат резисторы *R5* и *R6*, с которых напряжение подается через разделительные конденсаторы *С5* и *С6* на регулятор усиления *R9*.

На правом (по схеме) триоде лампы *Л1* собран широкополосный усилитель напряжения. Его нагрузкой является резистор *R8*. На низких частотах цепочка *R7C4*

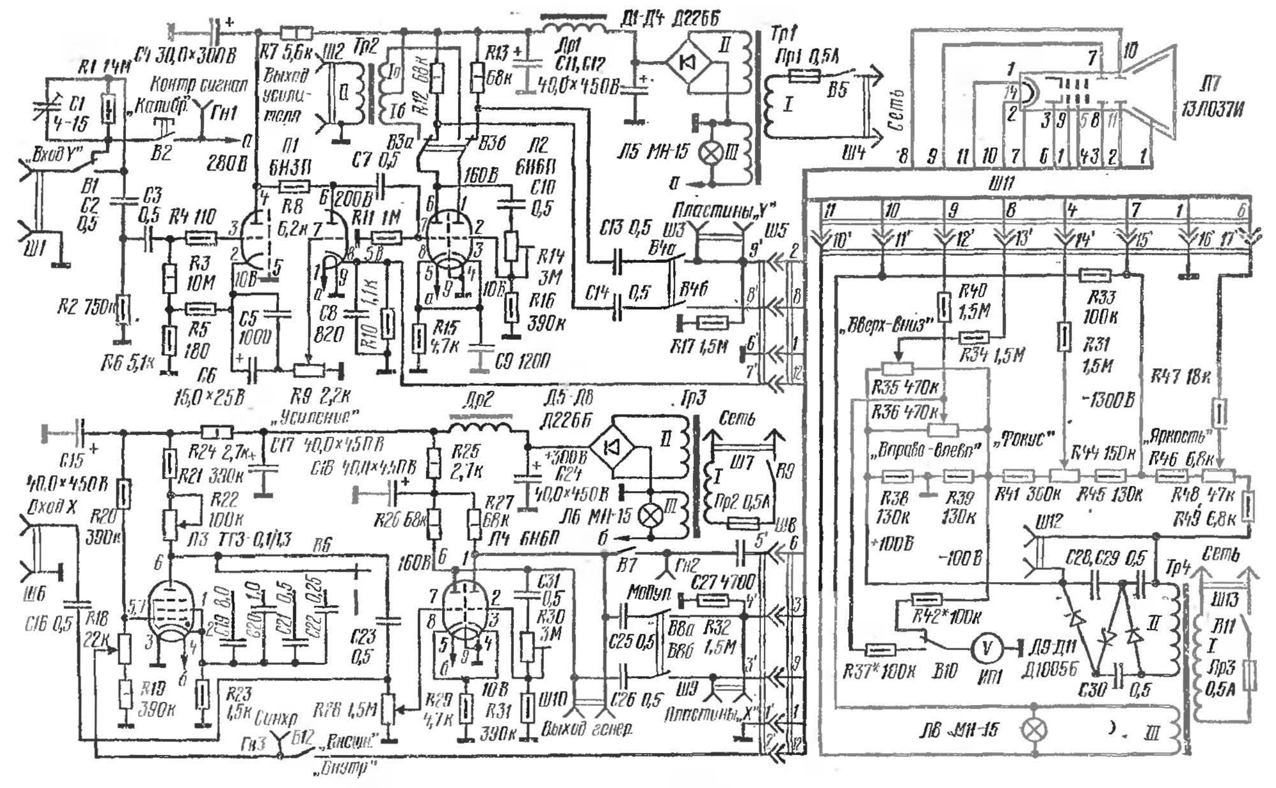


Рис. 2. Принципиальная схема прибора

создает дополнительный подъем усиления, компенсируя влияние разделительных конденсаторов.

Усиленное напряжение через конденсатор *С7* подается на парафазный усилитель, собранный на лампе *Л2*. Он позволяет получить на выходе два напряжения, равные по амплитуде и противоположные по фазе. Эти напряжения подаются на пластины электронно-лучевой трубки. Резистор *R14* служит для выравнивания напряжений по амплитуде, *R12* и *R13* — составляют нагрузку парафазного усилителя. В качестве нагрузки можно также включить (переключателем *В3*) выходной трансформатор *Тр2*, что обеспечивает режим широкополосного усиления напряжения низкой частоты.

Используя разъем *Ш3*, можно подавать исследуемое напряжение непосредственно на пластины электронно-лучевой трубки, отключив усилитель переключателем *В4*. Это позволяет демонстрировать такие параметры усилителя, как коэффициент усиления и полосу пропускаемых частот.

Питается усилитель от выпрямителя, собранного на трансформаторе *Тр1* и диодах *Д1 — Д4*.

Генератор горизонтальной развертки содержит собственно генератор развертки и парафазный усилитель. Собственно генератор выполнен на тиратроне *Л3*. Он вырабатывает пилообразное напряжение: при включении прибора один из конденсаторов *С19 — С22* начинает заряжаться от выпрямителя (*Д5 — Д8*) через резисторы *R21* и *R22*. Когда напряжение на конденсаторе достигает напряжения зажигания тиратрона, в нем происходит ионизация газа, проводимость резко увеличивается, и конденсатор начинает разряжаться через тиратрон. Далее процесс заряда и разряда повторяется. Во время заряда напряжение на конденсаторе изменяется почти линейно.

Усиленное парафазным усилителем (на лампе *Л4*) пилообразное напряжение подается на пластины горизонтального отклонения луча электронно-лучевой трубки. При этом напряжение, соответствующее заряду, вызывает перемещение луча в прямом направлении (слева направо), а напряжение, соответствующее разряду,— в обратном. Обратный ход луча гасится подачей на модулятор трубки части пилообразного напряжения в отрицательной полярности.

Предусмотрена возможность демонстрации хода и гашения обратного хода луча при помощи переключателя *В7*. Емкость конденсаторов выбрана такой, чтобы получить частоту развертки 2 Гц и показать процесс развертки как медленное перемещение луча в прямом направлении и быстрое — в обратном. Предусмотрено плавное изменение частоты развертки в пределах поддиапазонов 2—20, 20—200, 200—2000 Гц переменным резистором *R22*.

Введена возможность демонстрации действия внутренней и внешней синхронизации (переключателем *В12*). Выходное напряжение подводится к разъему *Ш6*, что дает возможность использовать прибор в отдельных демонстрациях, например как звуковой генератор.

Питается генератор от выпрямителя, собранного на трансформаторе *Тр3* и диодах *Д5 — Д8*.

Высоковольтный выпрямитель предназначен для питания электродов электронно-лучевой трубки постоянным напряжением. Он выполнен на диодах *Д9 — Д11* по схеме утроения напряжения. Выпрямитель нагружен на делитель, состоящий из резисторов *R38 — R49*, с которого необходимые напряжения подаются на электроды трубки. В выпрямителе предусмотрена возможность показать связь знака напряжения на отклоняющих пластинах с напряжением отклонения луча путем подключения вольтметра *ИП1* с нулем в середине шкалы.

Функциональные блоки осциллографа имеют одинаковые размеры 250 × 130 × 160 мм. Шасси и корпус каждого блока изготовлены из алюминиевого сплава АМЦА-М толщиной 2 мм, а передняя панель — из дюралюминия, также толщиной 2 мм.

В осциллографе использованы постоянные конденсаторы К50-3, КСО-5, МБМ, КБГМ на 1000 В (*С28—С30*), постоянные резисторы МЛТ и ВС, переменные резисторы СП-1. Трансформатор *Тр2* выполнен на магнитопроводе Ш16 × 24. Обмотка *I* содержит 3600 витков провода ПЭВ-1 0,1 с отводом от середины, обмотка *II* — 78 витков провода ПЭВ-1 0,64. Может быть использован выходной трансформатор от радиолы «Эстония» или магнитофона «Днепр».

Силовые трансформаторы *Тр1* и *Тр3* идентичны, их магнитопроводы — Ш22 × 34. Обмотки *I* содержат по 1300 витков провода ПЭВ-1 0,25, обмотки *II* — по 1340

витков провода ПЭВ-1 0,15, обмотки *III* — по 42 витка провода ПЭВ-1 0,51. Можно применить любые готовые силовые трансформаторы мощностью 50—60 Вт от лампового радиоприемника 3—4 класса. Дроссели *Др1* и *Др2* выполнены на магнитопроводах Ш12 × 20 и имеют по 1200 витков провода ПЭВ-1 0,16 каждый. В силовом трансформаторе *Тр4* высоковольтного выпрямителя использован магнитопровод Ш32 × 33. Обмотка *I* содержит 945 витков провода ПЭВ-1 0,31, обмотка *II* — 2360 витков провода ПЭВ-1 0,11, обмотка *III* — 30 витков провода ПЭВ-1 0,93.

Резисторы *R35, R36, R44* и *R48* смонтированы на гетинаксовой планке, которую крепят к передней панели выпрямителя винтами.

Выпрямленное напряжение подведено к гнездам, смонтированным на задней стороне шасси. Сюда же выведены гнезда подключения контрольного вольтметра.

Узлы осциллографа соединяются гибким кабелем. В качестве разъемов применены панельки и цоколи октальных ламп. Ламповые панельки смонтированы на задней стенке шасси. Там же размещены предохранители, переключатели *В3, В4, В7, В8*, разъемы *Ш3, Ш9*.

Налаживание осциллографа начинают с проверки работы высоковольтного выпрямителя. Перед включением в сеть следует убедиться в отсутствии коротких замыканий в цепях разъема *Ш11*. Измеряют выпрямленное напряжение на делителе выпрямителя. Убеждаются в его соответствии указанному на принципиальной схеме.

Подключив к выпрямителю электронно-лучевую трубку, проверяют действие регуляторов яркости, фокусировки и смещения луча в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Налаживание усилителя вертикального отклонения луча начинают с проверки режимов работы ламп по постоянному току, затем на вход усилителя подают сигнал от звукового генератора напряжением 4—7 В. Переключатель *В1* ставят в положение 1 : 1, резистор *R9* — в положение максимального усиления и ламповым вольтметром измеряют амплитуду напряжения вначале на аноде второго триода лампы *Л1*, затем на анодах лампы *Л2* парафазного усилителя. Регулировкой резистора *R14* добиваются равенства амплитуд выходных

напряжений. Подключив усилитель к трубке, убеждаются в наличии вертикального отклонения луча.

Налаживание генератора горизонтальной развертки луча начинают с проверки режима работы лампы *Л4*. При этом собственно генератор должен быть выключен переводом переключателя развертки *В6* в правое крайнее (по схеме) положение. На разъем *Ш6* подают сигнал напряжением 10—12 В и настраивают парафазный усилитель так же, как при налаживании усилителя вертикального отклонения. Резистор *R28* должен быть в положении максимального усиления. Выравнивают амплитуды напряжений регулировкой резистора *R30*.

Проверяют работу собственно генератора. Для этого переводят переключатель *В6* в одно из первых четырех положений. Напряжение на каждом плече парафазного усилителя составляет примерно 70—80 В. Форму напряжения развертки можно проследить вспомогательным осциллографом.

Если теперь подключить генератор к электронно-лучевой трубке и подать на нее питание, то можно наблюдать на экране трубки процесс образования горизонтальной линии развертки луча (переключатель *В8* должен быть замкнут).

Действие напряжения синхронизации проверяют при включенном усилителе вертикального отклонения и поданном на его вход напряжении сигнала.

Включением переключателя *В7* убеждаются в гашении обратного хода луча. При налаживании, возможно, возникнет необходимость поменять полярность гасящего напряжения.

Испытывая осциллограф в целом, выполняют все возможные демонстрации: действие электростатического и магнитного полей, влияние стального экрана, действие регуляторов яркости, фокусировки и отклонения луча, получение осциллограмм и т. д.

РБМ — ЛЮБИТЕЛЬСКИЙ ТРАНСИВЕР

С. Свиридов

Описываемый экономичный QRP трансивер предназначен для полудуплексной работы телеграфом в диапазоне 14 МГц как в стационарных, так и в полевых условиях. Приемник и передатчик имеют независимые настройки. Мощность, подводимая к выходному каскаду передатчика (в стационарном варианте), составляет 12—13 Вт, чувствительность приемника — 1—2 мкВ.

Трансивер построен на базе популярнейшей радиостанции РБМ (РПМС) — эта радиостанция имеется у многих радиолюбителей — с максимальным использованием ее узлов и деталей.

Структурная схема трансивера представлена на рис. 1. В режиме приема сигнал из антенны через П-контур и электронный переключатель поступает на усилитель ВЧ. Далее он преобразуется первым смесителем,

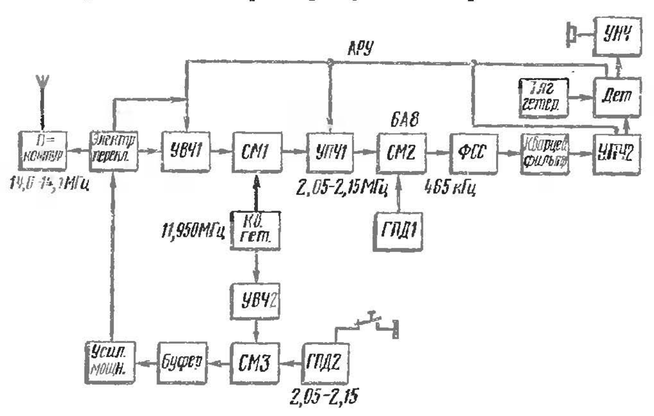
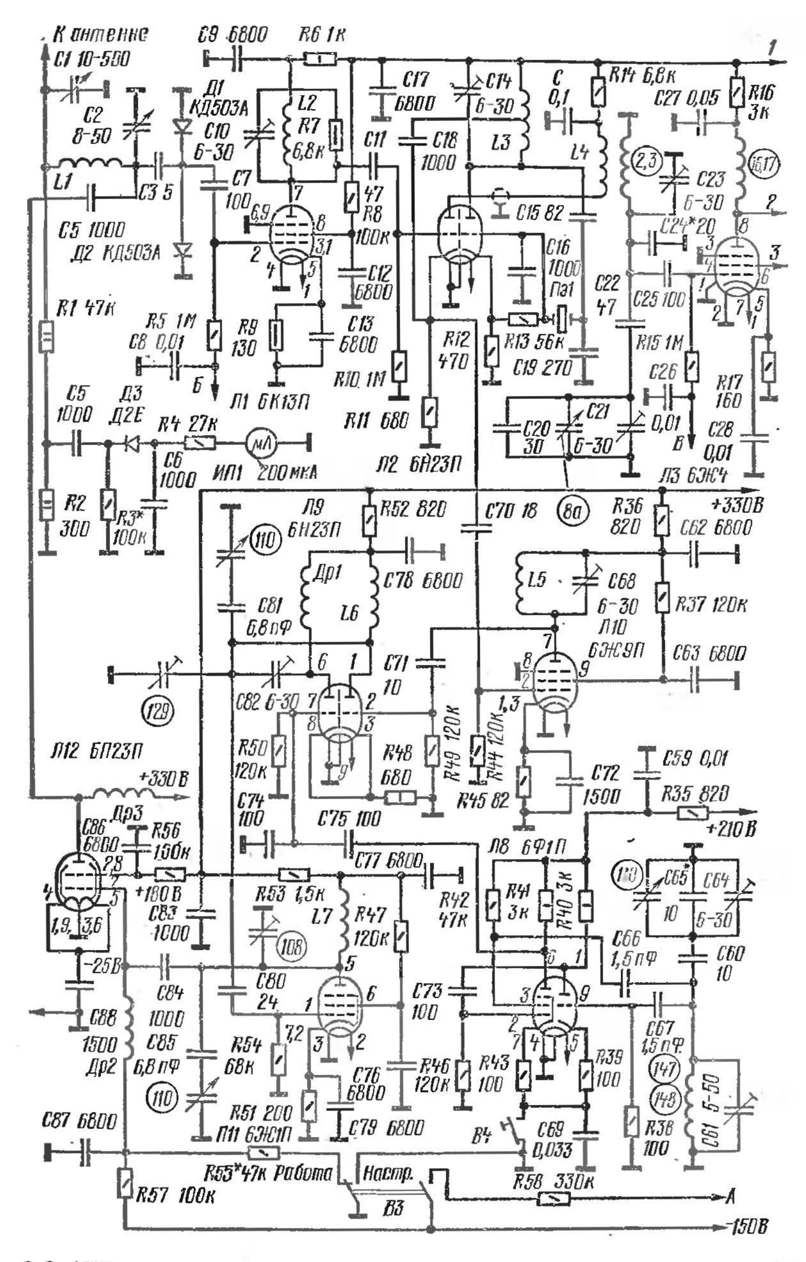


Рис. 1. Структурная схема трансивера



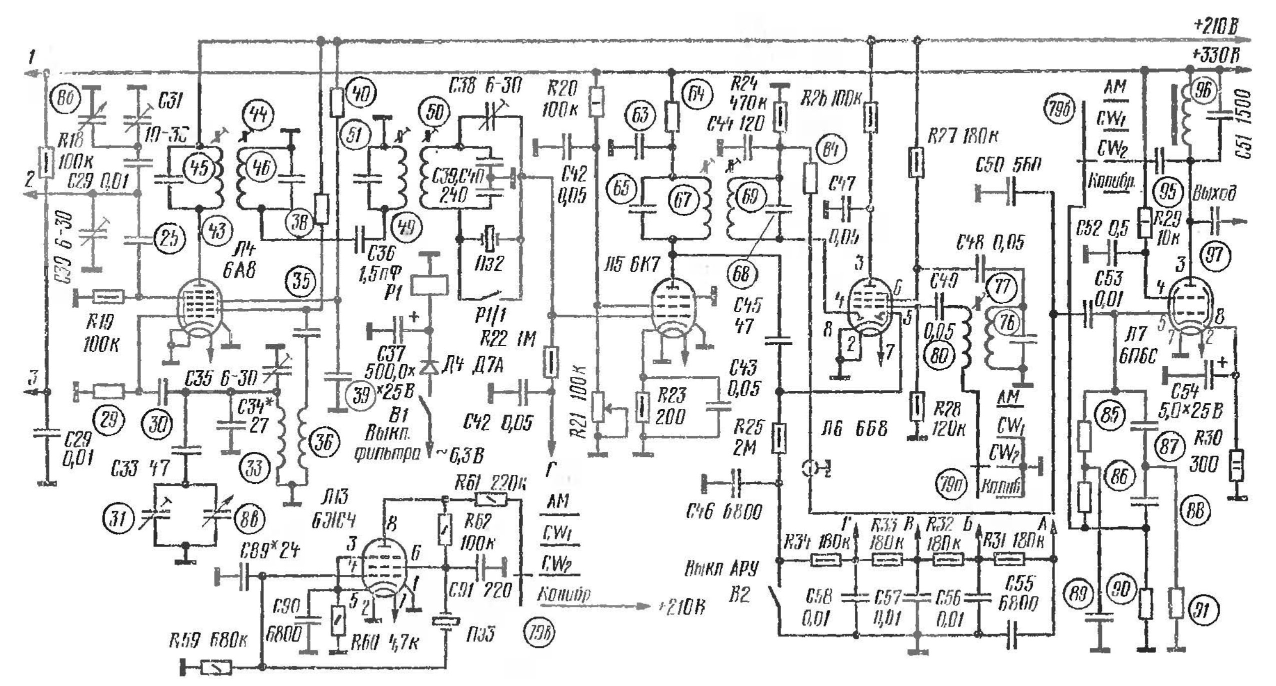


Рис. 2. Принципиальная схема трансивера

на который подается сигнал с кварцевого гетеродина частотой 11,95 МГц. В результате преобразования выделяется спектр частот, лежащих в диапазоне 2,05—2,15 МГц. После первого смесителя сигнал поступает на первый усилитель ПЧ, затем — на второй преобразователь, совмещенный с гетеродином плавного диапазона. После второго преобразования сигнал промежуточной частоты проходит через ФСС и кварцевый фильтр, усиливается вторым усилителем ПЧ и подается на детектор и усилитель НЧ.

При работе на передачу манипулированный сигнал второго гетеродина плавного диапазона частотой 2,05—2,15 МГц поступает на балансный смеситель. Сюда же через усилитель подается сигнал опорной частоты 11,95 МГц. В результате смешения выделяются частоты рабочего диапазона. После смесителя сигнал поступает на буферный, а затем — на оконечный каскад — усилитель мощности.

Все напряжения питания и приемника и передатчика подаются постоянно (не коммутируются).

При передаче в цепь АРУ подается отрицательное напряжение, частично запирающее приемный тракт. При настройке на частоту корреспондента управляющая сетка лампы оконечного каскада *Л12* отключается от корпуса, благодаря чему сигнал не излучается антенной.

Принципиальная схема трансивера приведена на рис. 2. Детали, обозначенные цифрами в кружках, заимствованы из радиостанции РБМ (в соответствии с обозначениями на ее заводской схеме). Усилитель ВЧ приемника собран на лампе *Л1*, антенный переключатель — на диодах *Д1, Д2*, смеситель и кварцевый гетеродин — на *Л2*. В первом усилителе ПЧ используется октальная лампа 6Ж4 (*Л3*). Применение этой и других ламп устаревшего типа объясняется желанием использовать с минимальными переделками монтаж радиостанции РБМ. В смесителе и плавном гетеродине приемника работает лампа *Л4*, во втором усилителе ПЧ — *Л5*. Детекторы сигнала и АРУ и телеграфный гетеродин собраны на комбинированном двойном диоде-пентоде *Л6*, в усилителе НЧ использован пентод *Л7*.

В передатчике функции ламп распределяются так: *Л8* — плавный гетеродин, *Л9* — балансный смеситель, *Л10* — усилитель ВЧ сигнала кварцевого гетеродина,

Л11 — буфер, *Л12* — оконечный каскад — усилитель мощности.

На лампе *Л13* собран кварцевый калибратор.

Питается трансивер (в стационарных условиях) от блока питания, принципиальная схема которого приведена на рис. 3.

При разработке конструкции была поставлена задача максимально использовать узлы и детали радиостанции.

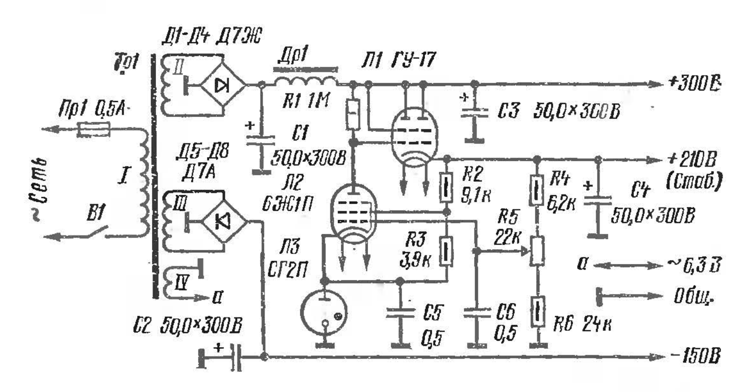


Рис. 3. Принципиальная схема блока питания трансивера

Удалось использовать полностью усилитель ВЧ, смеситель, первый и второй гетеродины, детектор, фильтр и усилитель НЧ приемника.

Перед началом всех работ желательно проверить работоспособность приемника радиостанции в целом. После этого приступают к подготовительным работам.

Усилитель ВЧ радиостанции переделывают на лампу 6К13П. Батарейные лампы заменяют сетевыми: СО242 — на 6А8, 2К2М — на 6К7. Демонтируют и заново прокладывают накальные цепи. Монтируют катодные цепи в соответствии с принципиальной схемой. Исключают первый каскад усилителя ПЧ РБМ и монтируют переходной конденсатор *С36*, превращающий каскад в ФСС. Устанавливают кварцевый фильтр и реле. Дорабатывают детектор и телеграфный гетеродин в соответствии с принципиальной схемой. Заключительным этапом является растяжка диапазона принимаемых радиостанцией РБМ частот с целью выделить участок 1,98—2,5 МГц.

Передатчик, его реле и модулятор демонтируют полностью, за исключением конденсатора переменной емкости и контура задающего генератора.

С передней панели удаляют: антенный изолятор, гнездо линии, индикатор тока в антенне на лампе накаливания, кнопку калибратора, переключатель диапазонов, ручку и конденсатор подстройки антенны, разъемы. Затем устанавливают разъемы питания, заглушки, тумблеры, антенный изолятор и т. д. Заглушки изготавливают из текстолита и приклеивают к передней панели эпоксидной смолой. Для защиты измерительного прибора от механических повреждений перед ним установлен щиток из органического стекла. Монтаж остальных узлов особенностей не имеет.

Данные контурных катушек трансивера приведены в таблице.

Обозначение по схеме	Число витков	Провод	Шаг намотки, мм
L1	15	Посеребренный 1,0	2
L2	13	ПЭЛ 0,8	1
L3	21 отвод от 4-го (снизу)	ПЭЛ 0,48	1
L4	10	ПЭЛШО 0,15	2,3
L5	21	ПЭЛ 0,8	1
L6	18	ПЭЛ 0,8	1
L7	18	ПЭЛ 0,8	1

Катушку *L1* (рис. 4) вначале наматывают без каркаса на оправке диаметром 30 мм. Затем из текстолита толщиной 1—2 мм изготавливают планки с отверстиями соответственно шагу намотки. Витки катушки последовательно проводят через отверстия и устанавливают планки через 120°. Для повышения прочности отверстия в планках заполняют жидким полистиролом.

Дроссель *Др1* намотан на керамическом каркасе диаметром 8 мм. Он состоит из четырех секций по 180 витков в каждой. После намотки дроссель пропитывают жидким полистиролом. Дроссель *Др2* выполнен на таком же каркасе. В каждой секции намотано по 50 витков. Дроссель *Др3* намотан на эбонитовом каркасе диаметром 12 мм. Он состоит из четырех секций, в ко-

торых намотано соответственно 120, 70, 40 и 20 витков. Дроссель также пропитан полистиролом. Для намотки всех дросселей использован провод ПЭЛ 0,12.

Реле *Р1* — РЭС-10 (паспорт РС4.524.303).

Кварцевые резонаторы имеют следующие частоты: *ПЭ1* — 11,950 МГц, *ПЭ2* — 465,5 МГц, *ПЭ3* — 1 МГц.

Типы остальных деталей некритичны.

Для налаживания трансивера необходимы ГИР, авометр и ламповый вольтметр. Все контуры предваритель-

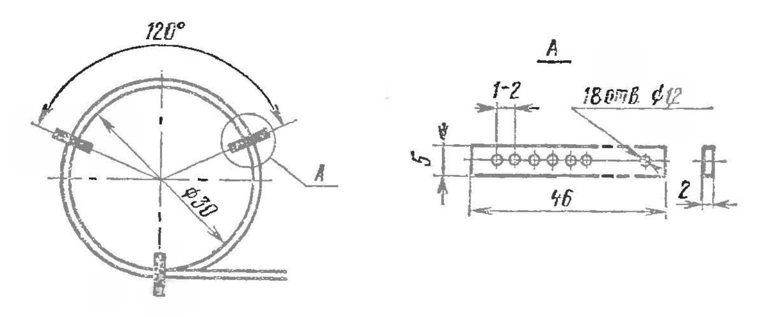


Рис. 4. Конструкция катушки *L1*

но настраивают на рабочие частоты, используя ГИР. Проверяют работу кварцевого гетеродина. Сначала контур в анодной цепи лампы *Л2* замыкают и проверяют по приемнику наличие генерации. Затем контур настраивают на частоту, несколько превышающую резонансную, для получения устойчивой генерации.

Налаживание смесителя приемника сводится к подбору связи между ним и гетеродином. Подают сигнал в диапазоне 14 МГц (от ГИРа) с минимально возможным для приема уровнем и по максимуму напряжения на выходе подбирают связь с гетеродином. Затем аналогичную операцию проводят при отсутствии входного сигнала — по минимуму шумов на выходе приемника (при включенной АРУ). После этого выбирают оптимальную связь, при которой шумы минимальны, а чувствительность максимальна.

Тракт передатчика настраивают следующим образом. После установки границ диапазона оба гетеродина отключают, и на вход смесителя передатчика подают сигнал с частотой в диапазоне 14 МГц. Настраивают в

резонанс контуры и сопрягают настройки. Затем по ламповому вольтметру подгоняют входные напряжения смесителя.

Отрицательное напряжение на сетке выходного каскада в режиме приема увеличивают до полного пропадания шумов на выходе приемника.

Сразу же после окончания налаживания трансивер был испытан на связь. Тон передатчика всеми корреспондентами был расценен как отличный.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ТЕЛЕГРАФНЫХ СООБЩЕНИЙ

А. Кузнецов
(UA4MX)

Описываемый датчик позволяет передавать автоматически по заданной программе сообщения длительностью до ста элементарных телеграфных посылок (т. е. тире, точек или пауз между знаками и словами), что достаточно, например, для передачи общего вызова, контрольного номера в соревнованиях и т. д. В датчике восемь программ. Изменением числа элементов можно увеличить или уменьшить количество и длительность сообщений в зависимости от требований, предъявляемых радиолюбителем.

Датчик управляет автоматическим телеграфным ключом, которым с помощью манипулятора оператор может управлять и вручную. Разница между ручной и автоматической работой для корреспондента практически незаметна. Автоматическая передача может быть в любой момент прервана нажатием кнопки *«Стоп»* и продолжена или вручную, или новым автоматическим сообщением.

Структурная схема автоматического датчика телеграфных сообщений представлена на рис. 1. Устройство состоит из автоматического телеграфного ключа *АТК*, формирователя паузы *ФП*, манипуляционного реле *МР*, распределителя импульсов *РИ*, на 100 выходов восьми шифраторов программ *ШП1* — *ШП8*, коммутатора программ *КП*.

При ручном управлении автоматическим телеграфным ключом его выходной сигнал через формирователь

паузы (отключенный и не влияющий на прохождение сигнала) поступает только на манипуляционное реле, управляющее передатчиком.

При автоматическом управлении сигнал с выхода распределителя импульсов поступает через шифраторы

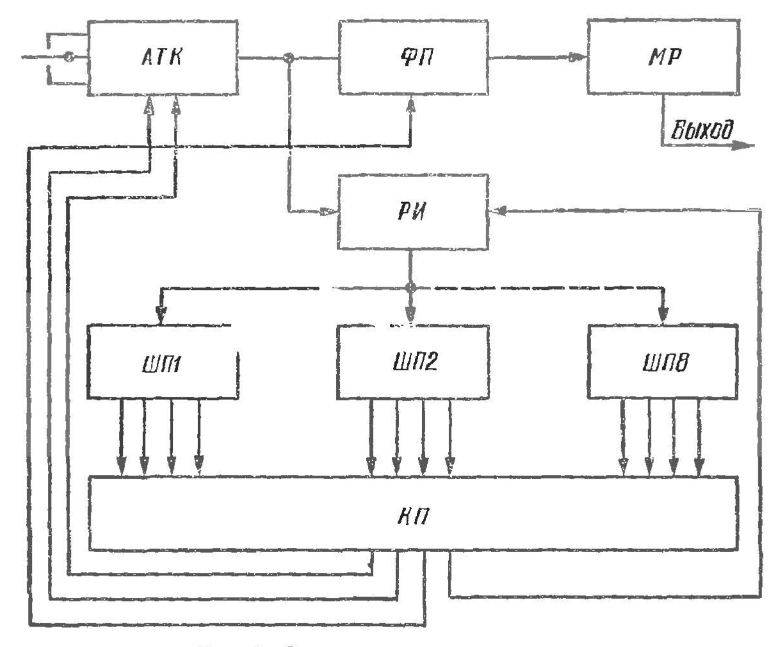


Рис. 1. Структурная схема датчика

программ и коммутатор программ на управляющий вход автоматического телеграфного ключа. Сформированная телеграфная посылка с выхода ключа поступает одновременно на счетный вход распределителя импульсов и на манипуляционное реле через формирователь паузы.

В результате воздействия сигнала на счетный вход распределителя импульсов на его выходе появляется управляющий сигнал, и процесс повторяется. При формировании паузы между знаками и словами (кодовыми фразами) сигнал с выхода автоматического телеграфного ключа поступает на вход распределителя импульсов, но не проходит на вход манипуляционного реле.

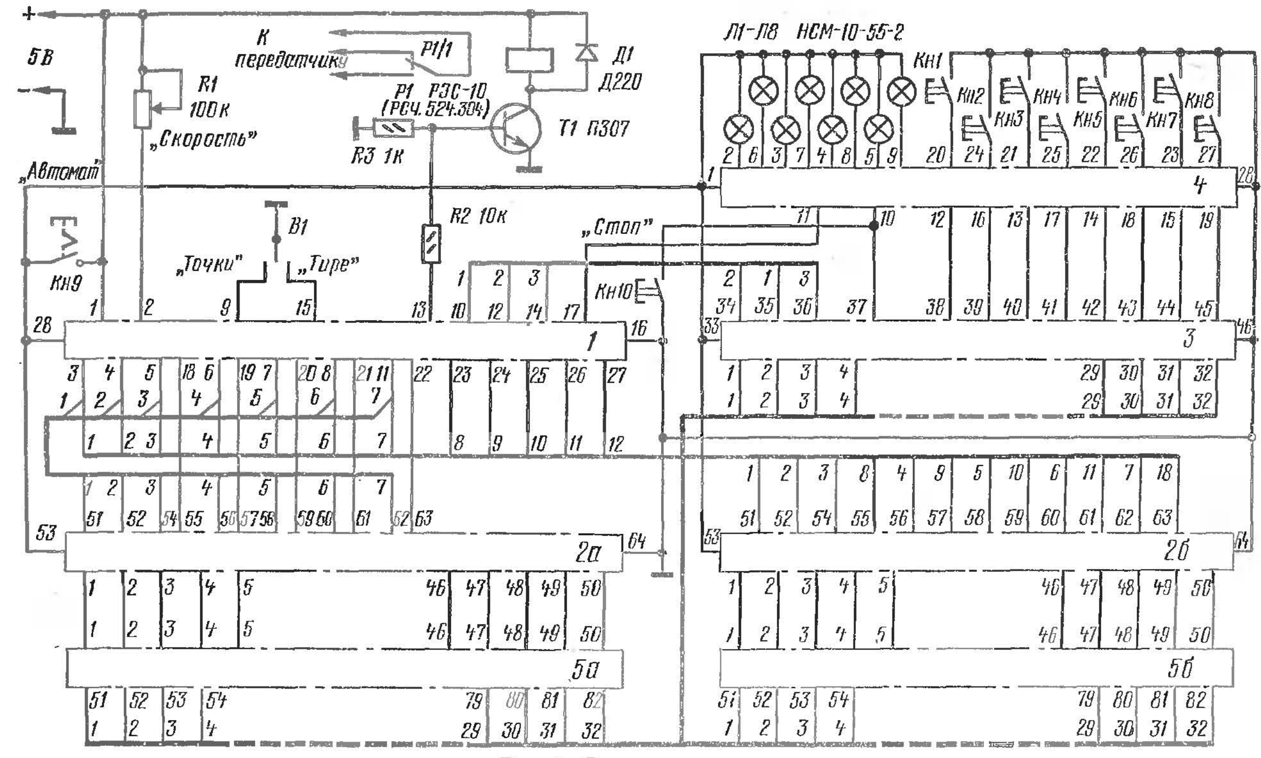


Рис. 2. Схема соединения плат

По окончании передачи сообщения сигнал с распределителя импульсов поступает на управляющий вход коммутатора программ. В результате выходы шифраторов программ отключаются от входов автоматического телеграфного ключа, распределитель импульсов устанавливается в исходное состояние, и датчик готов к передаче нового сообщения.

Схема соединения семи плат датчика представлена на рис. 2. Стабилизированный выпрямитель на напряжение 5 В и силу тока 0,5 А на схеме не показан.

Схемы плат приведены на рис. 3—7. Плата *1* (рис. 3) содержит автоматический телеграфный ключ на микросхемах *Мс1 — Мс4* и транзисторах *Т1, Т2* (он описан в журнале «Радио», 1976, № 8); формирователь паузы (*Мс5*); два последовательно включенных десятичных счетчика импульсов распределителя импульсов (*Т3, Мс6 — Мс14*).

Платы *2а* и *2б* (рис. 4) — одинаковые, они включены последовательно-параллельно и образуют прямоугольный дешифратор распределителя импульсов на 100 выходов на микросхемах *Мс1 — Мс20*.

На платах *3* (рис. 5) и *4* (рис. 6) выполнен коммутатор программ. На плате *3* расположены ключи на микросхемах *Мс1 — Мс4* и *Мс9 — Мс12*, коммутирующие шины сигналов *«Тире»*, *«Точки»*, *«Пауза»* и *«Конец»* разных программ на управляющие входы автоматического управляющего ключа, формирователя паузы и распределителя импульсов. Микросхемы *Мс5 — Мс8* и *Мс13 — Мс16* — инверторы сигналов, поступающих на коммутатор.

На плате *4* расположены триггеры включения коммутатора программ на микросхемах *Мс9 — Мс12*, управляемые кнопками *Кн1 — Кн8* и *Кн10* (см. рис. 2), ключи на микросхемах *Мс1 — Мс8*, включающие сигнальные лампы *Л1 — Л8* (см. рис. 2) и микросхема *Мс13*, управляющая входом установки нуля триггеров распределителя импульсов.

Плата *5а* (рис. 7) содержит шифраторы на диодах и служит для формирования восьми программ на первые 50 телеграфных посылок. Плата *5б* аналогична предыдущей и содержит продолжение программ на следующие 50 посылок.

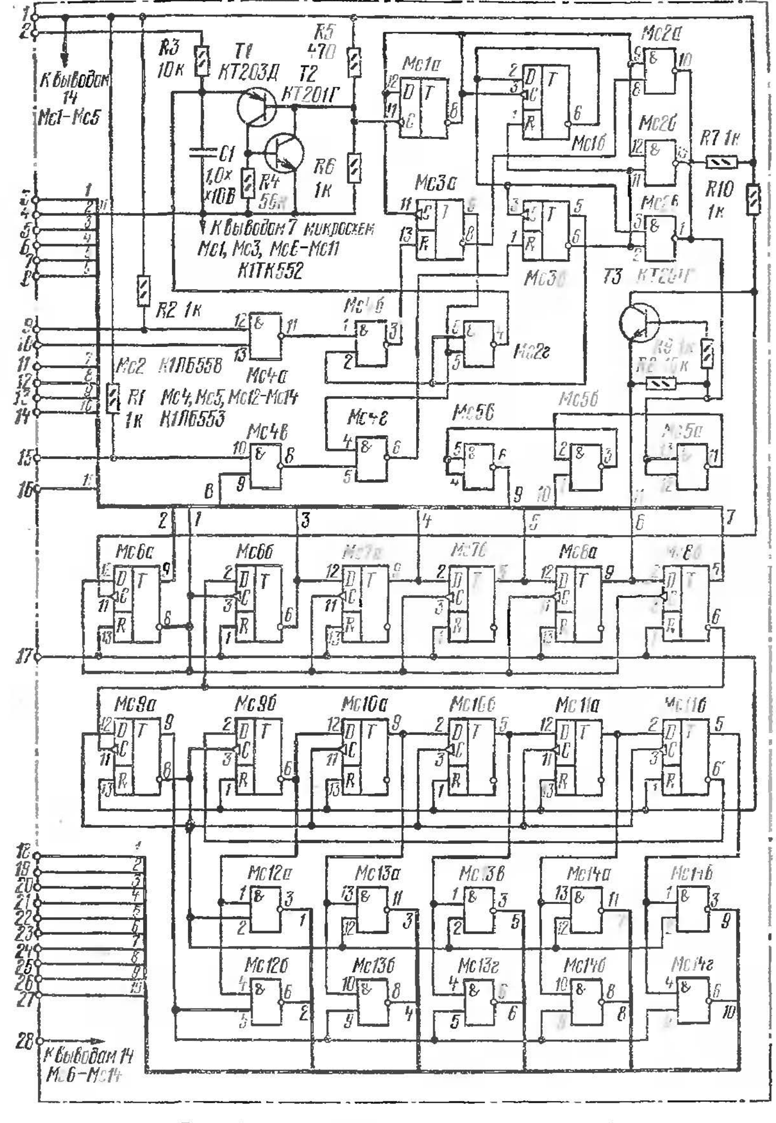


Рис. 3. Принципиальная схема платы 1

Резистором *R1* (рис. 2) регулируют скорость передачи автоматического телеграфного ключа. Кнопкой *Кн9* включают питание датчика. К выходу автоматического ключа подключено манипуляционное реле на транзисторе *Т1* и реле *Р1*.

В исходном положении на входы установки нуля счетчиков распределителя импульсов (микросхемы *Мс6 — Мс11* платы *1*) с коммутатора программ (выхода *8* микросхемы *Мс13* платы *4*) поступает сигнал логического нуля. В результате на первом выходе дешифратора распределителя импульсов также имеется сигнал

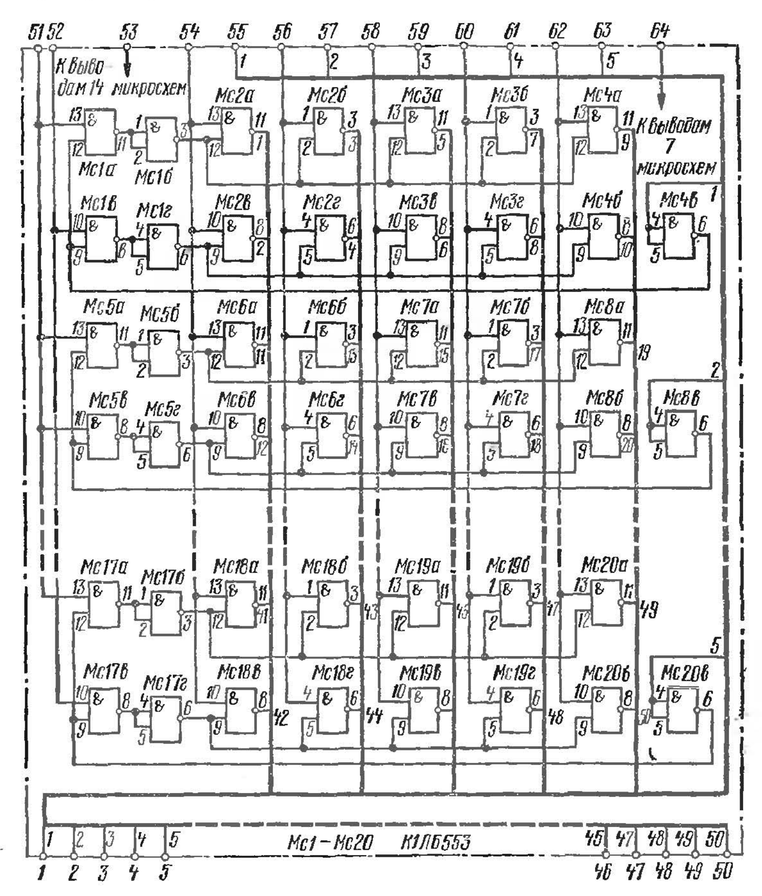


Рис. 4. Принципиальная схема платы 2

логического нуля, а на остальных 99 выходах — сигнал логической единицы. Так как коммутатор программ находится во включенном положении, на управляющих входах микросхем *Мс4а* и *Мс4в* платы *1* (автоматического телеграфного ключа) имеется сигнал логической единицы, запрещающий его работу. Допустим теперь, что мы выбрали первую программу — CQDE UA4MX K (в целях упрощения схемы она представлена на рис. 7 в сокращенном варианте). Для этого надо нажать кнопку *Кн1*.

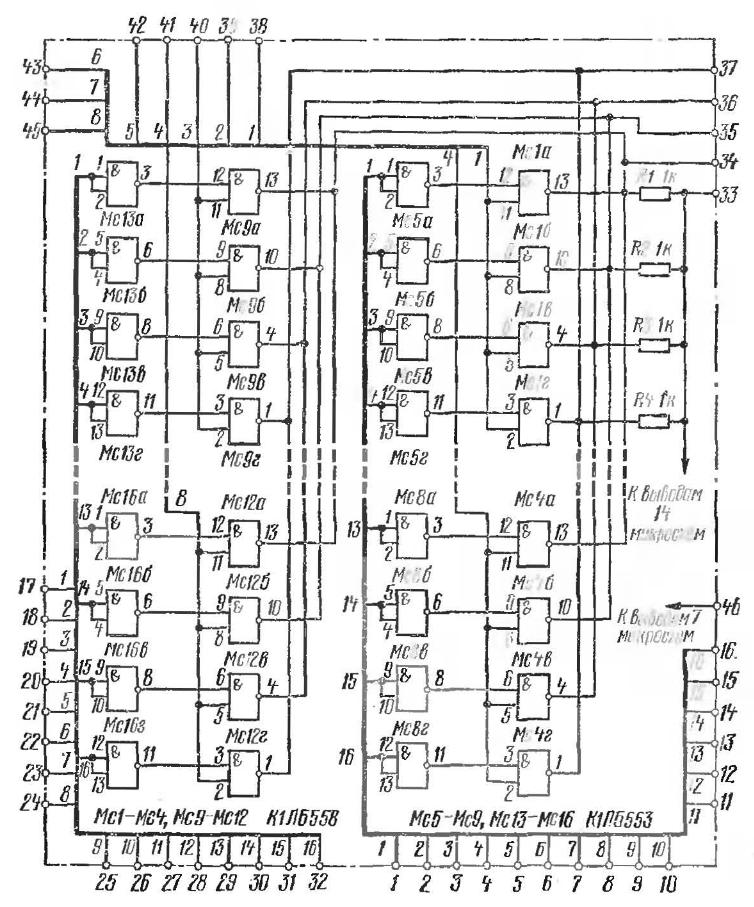


Рис. 5. Принципиальная схема платы *3*

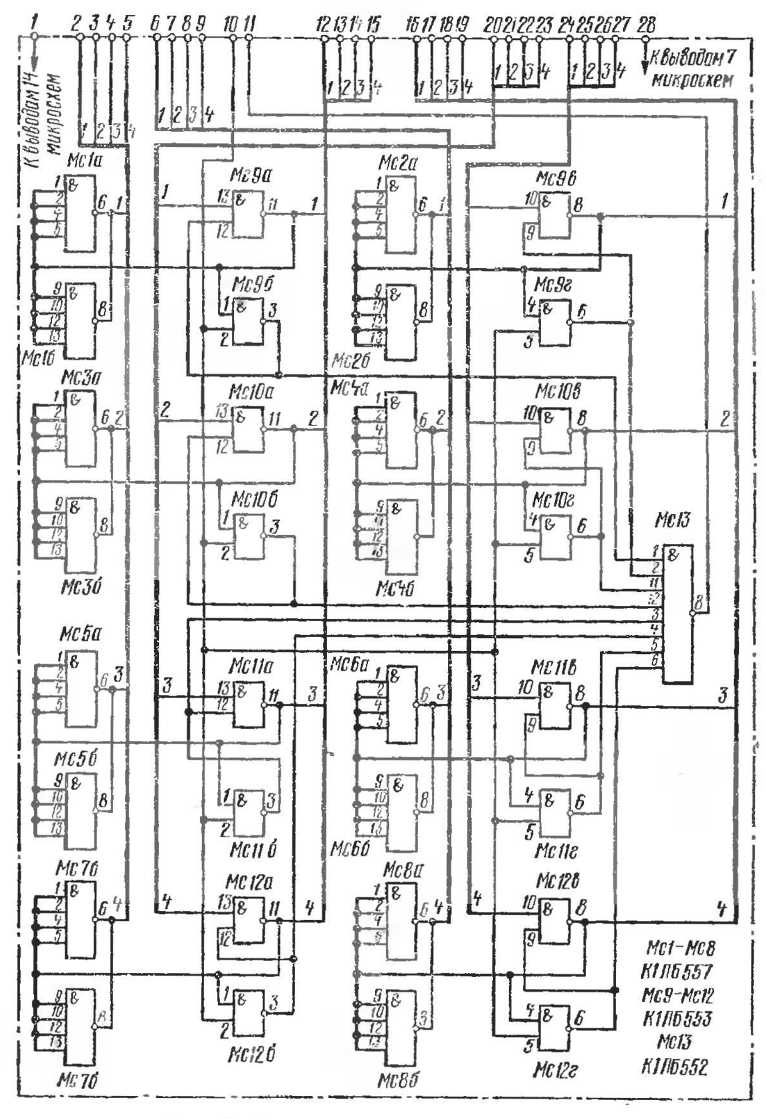


Рис. 6. Принципиальная схема платы 4

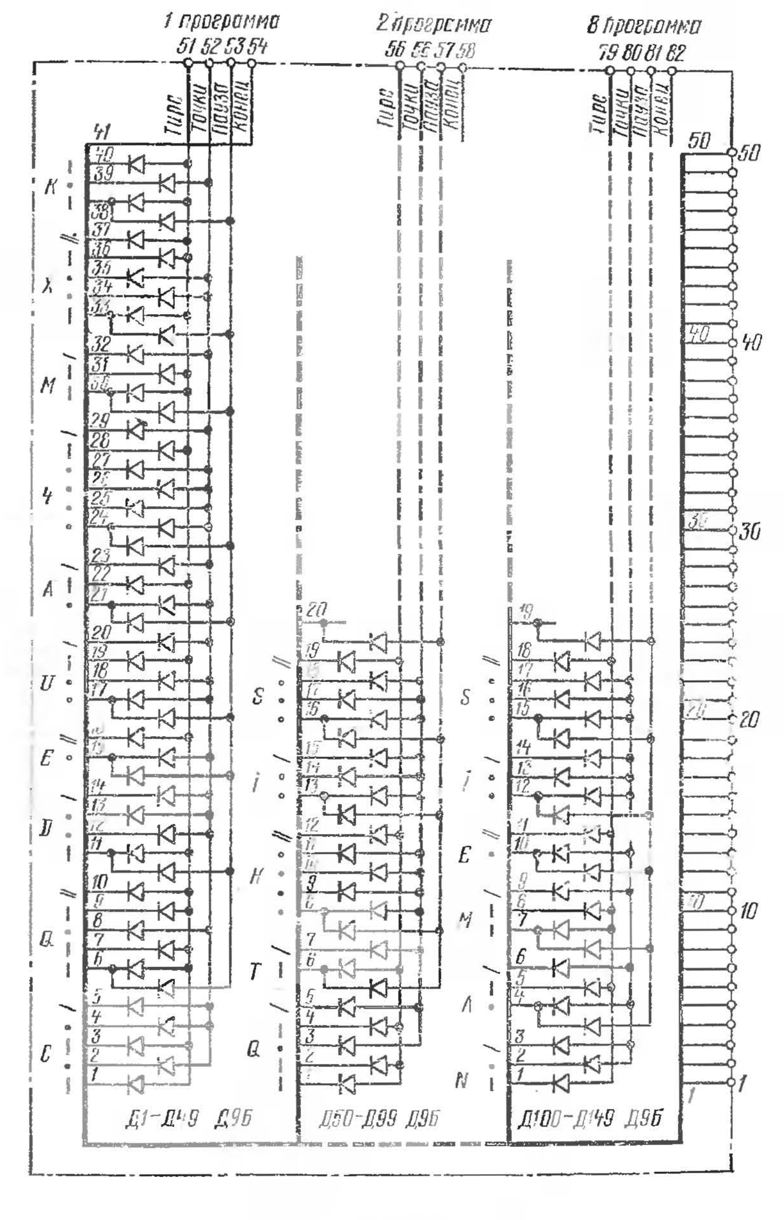


Рис. 7. Принципиальная схема платы 5

Первый RS-триггер коммутатора программ (микросхемы *Мс9а* и *Мс9б* платы *4*) изменяет свое состояние, и на первый вход восьмиходового логического элемента «И — НЕ» (микросхема *Мс13* платы *4*) поступает сигнал логического нуля, что приводит к появлению логической единицы на его выходе и входах установки нуля счетчиков распределителя импульсов (микросхемы *Мс6* — *Мс11* платы *1*). Таким образом, работа счетчиков будет разрешена. Одновременно сигнал логического нуля переключает ключ (микросхема *Мс1* платы *4*), загорается сигнальная лампа *Л1* у кнопки и текста первой программы, а также разрешается прохождение сигналов с шифратора программы через микросхему *Мс1* платы *3* на входы управления автоматическим телеграфным ключом, формирователем паузы и распределителем импульсов.

Сигнал логического нуля с первого выхода распределителя импульсов (плата *2*) поступает на первый вход шифратора программ (плата *5а*) и через диод — на шину *«Тире»*. Затем через микросхемы *Мс5а, Мс1а* платы *3* сигнал подается на вход микросхемы *Мс4в* платы *1*. Сформированный сигнал «Тире» с выхода автоматического телеграфного ключа поступает одновременно на формирователь паузы (микросхема *Мс5* платы *1*) и вход счетчика (микросхема *Мс6* платы *1*) распределителя импульсов. В результате срабатывает манипуляционное реле, а на выходе *2* платы *2а* распределителя импульсов и входе *2* платы *5а* шифратора программ появляется сигнал логического нуля, формирующий точку — аналогично формированию тире. Таким образом формируется и передается вся буква С.

Для получения паузы между буквами С и Q сигналом с выхода *5* платы *5а* шифратора программ с помощью автоматического телеграфного ключа формируется сигнал *«Точки»*, а для того чтобы он не прошел на манипуляционное реле, с выхода *6* платы *5а* на вход микросхемы *Мс5б* платы *1* подается запрещающий сигнал. Пауза между фразами получается аналогично, но при этом автоматическим телеграфным ключом формируется сигнал *«Тире»*.

В конце сообщения с выхода распределителя импульсов сигнал логического нуля подается на вход RS-триггера (микросхемы *Мс9а, Мс9б* платы *4*), который возвращает в исходное состояние распределитель им-

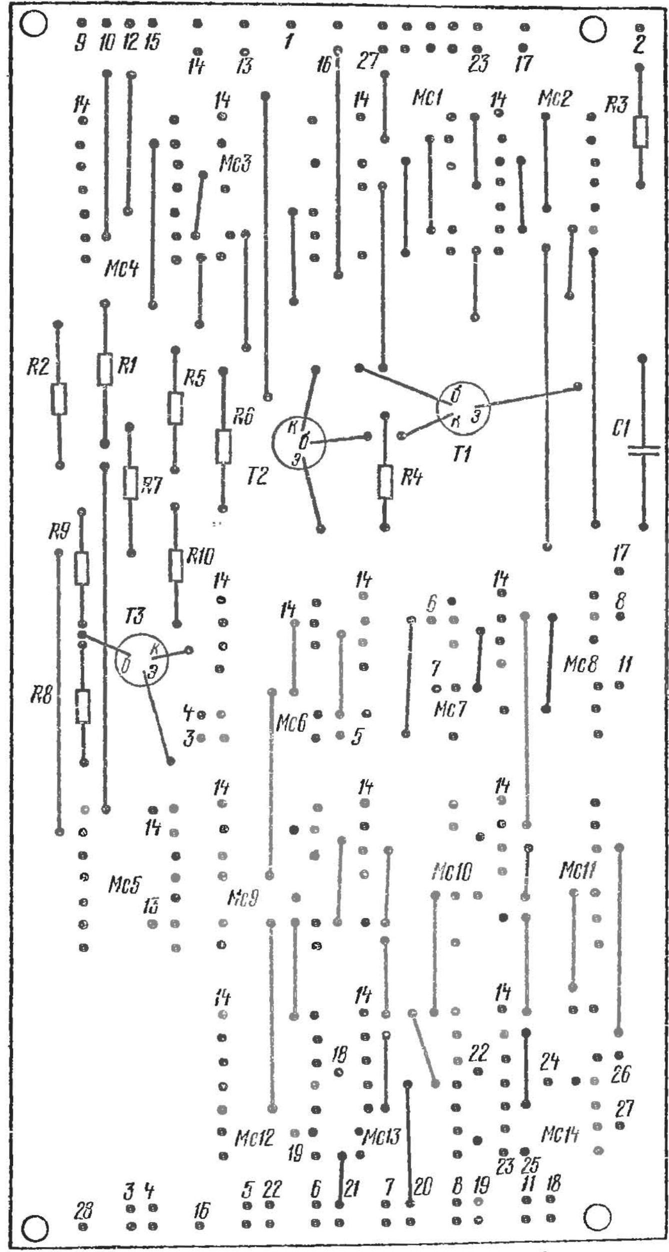
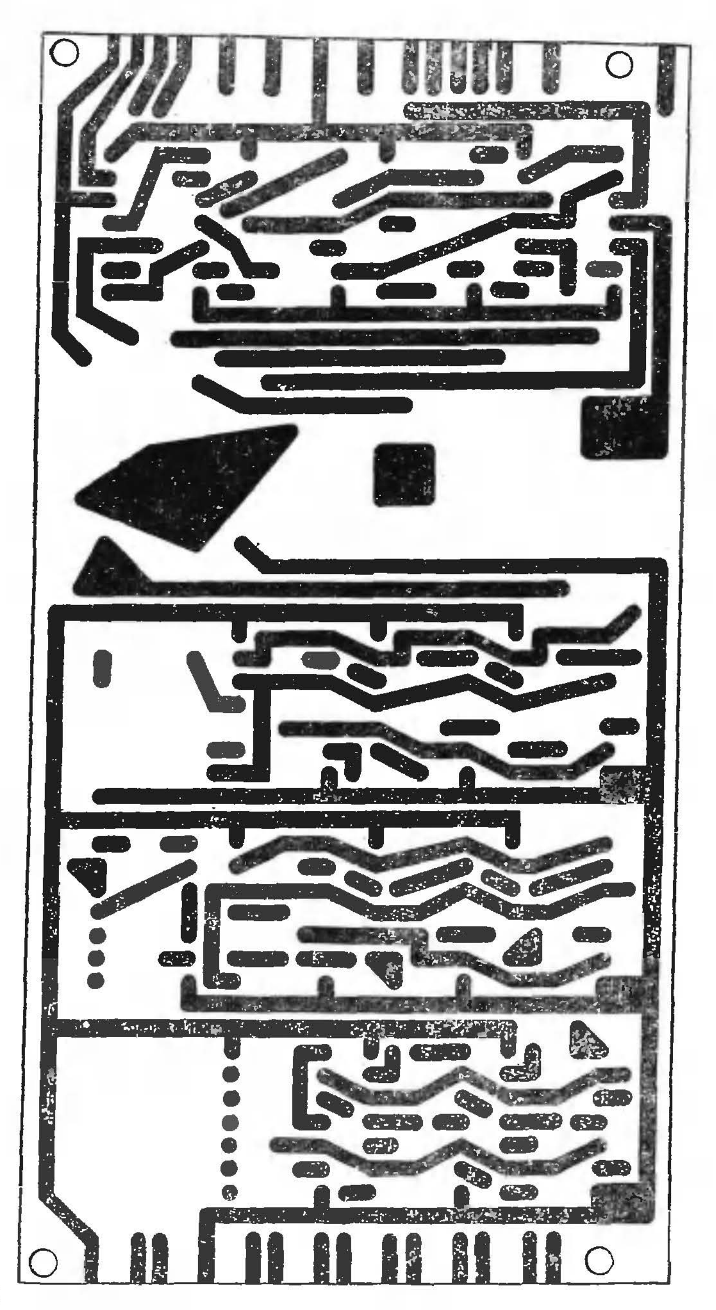


Рис. 8. Печатный монтаж платы *1*



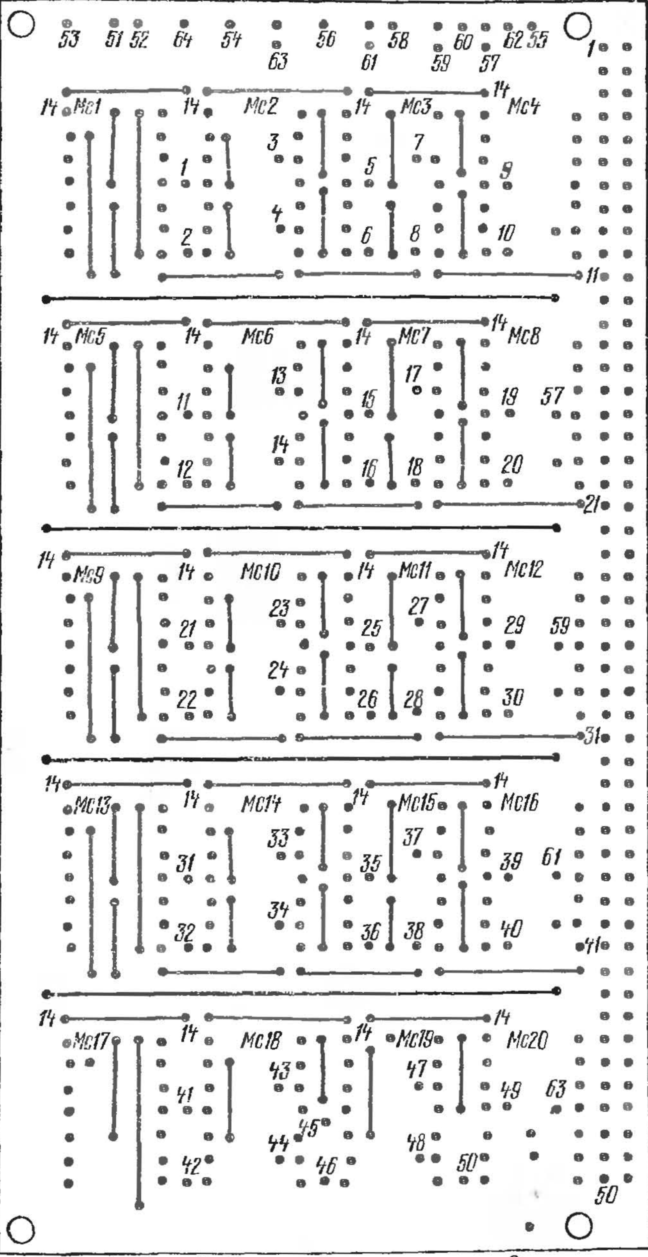
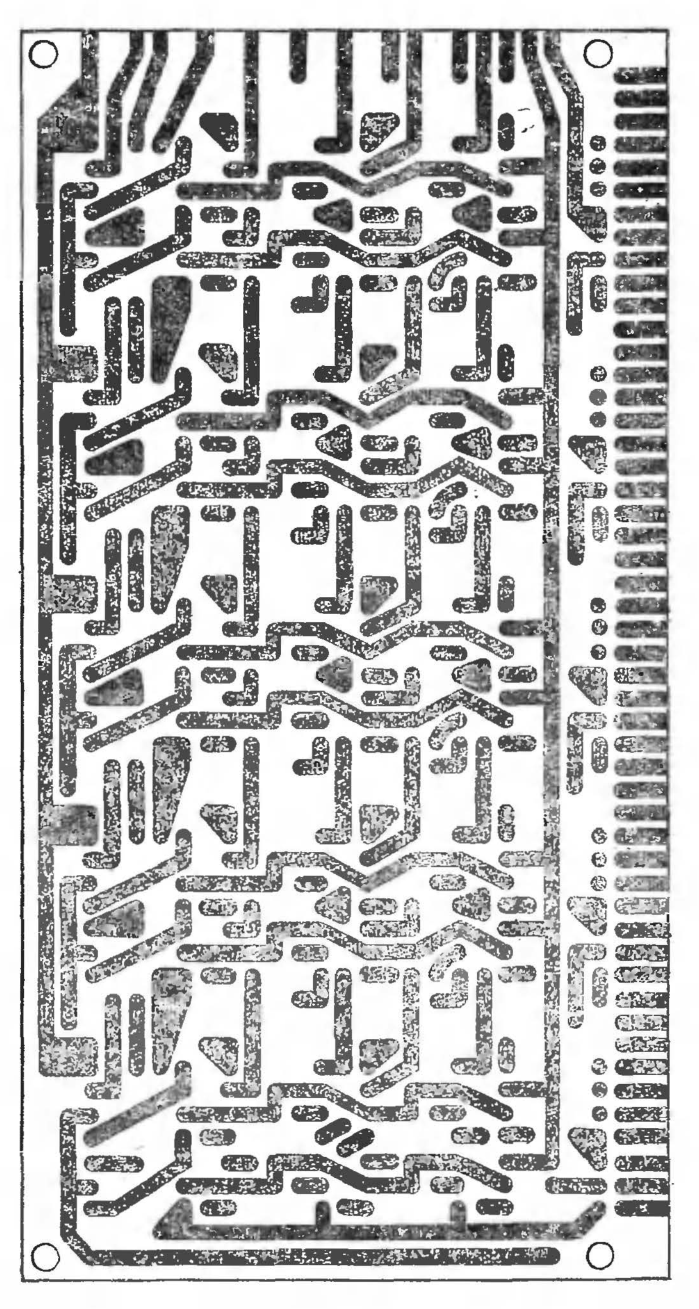


Рис. 9. Печатный монтаж платы 2



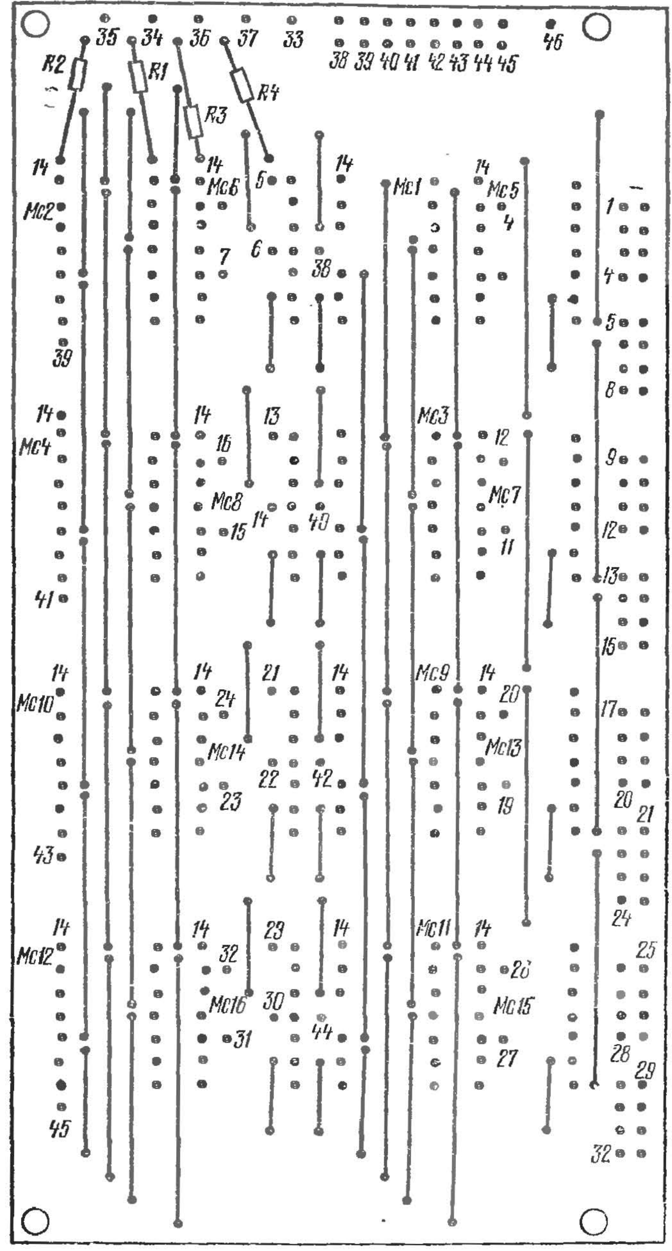
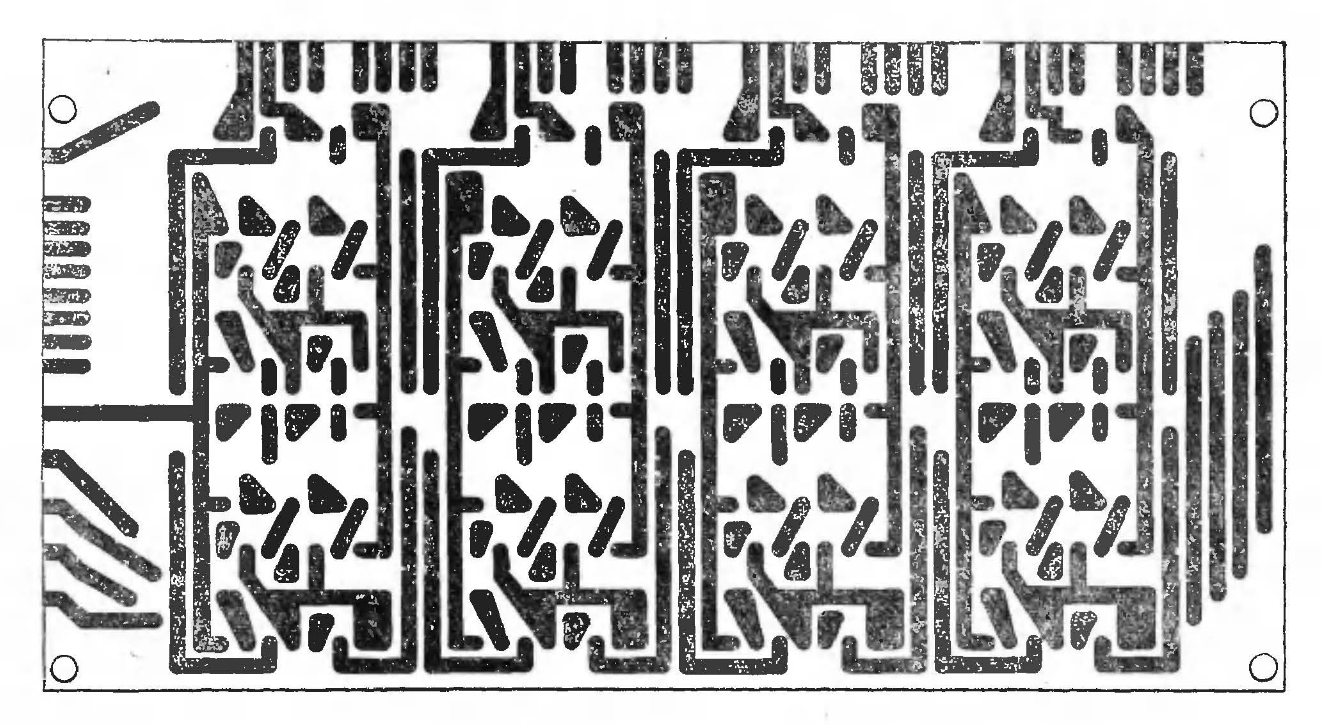


Рис. 10. Печатный монтаж платы 3



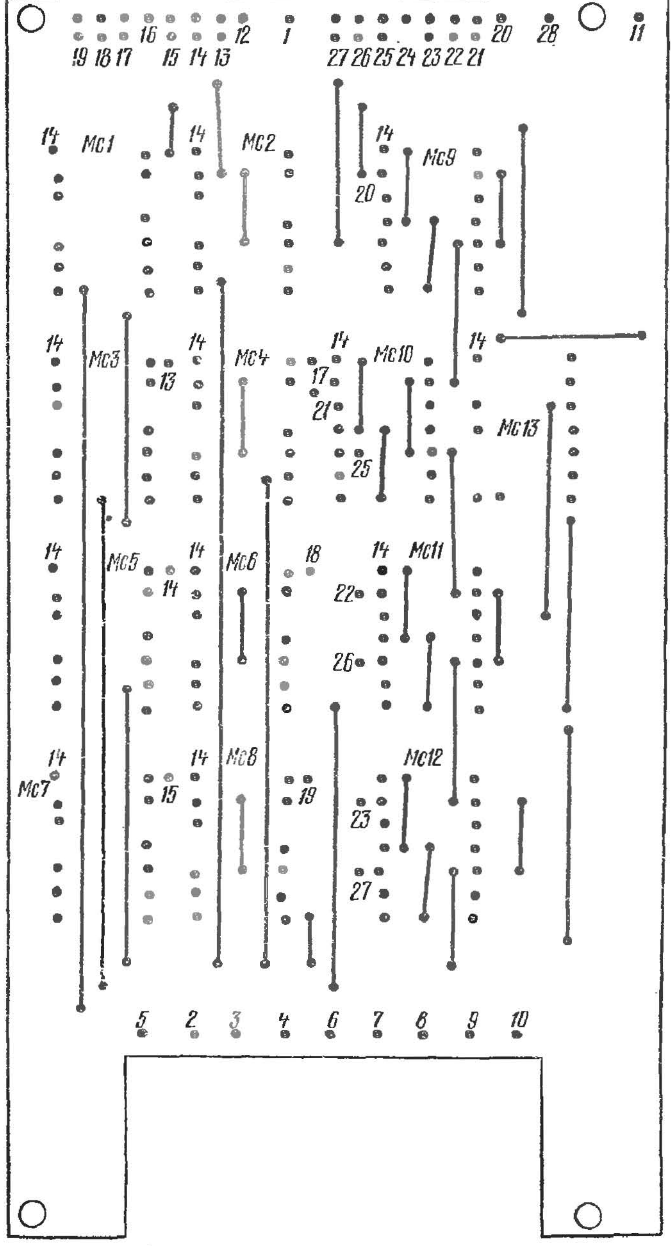
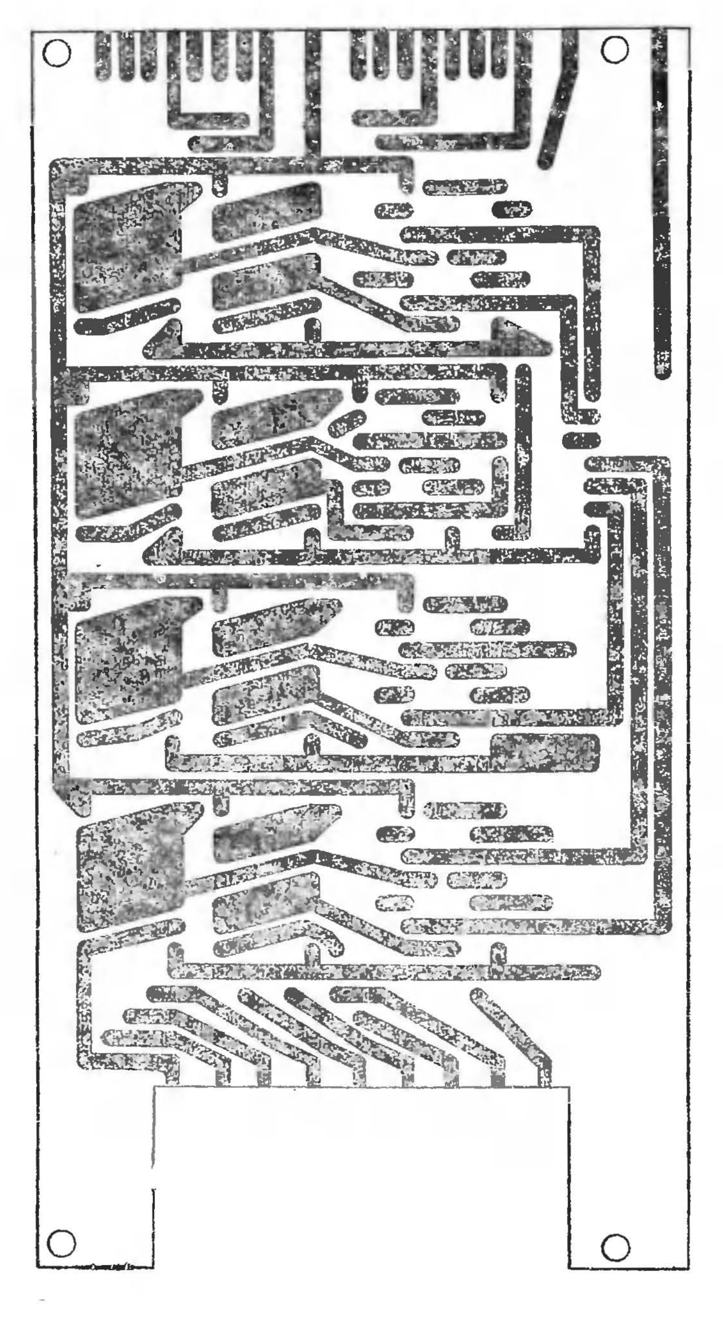


Рис. 11. Печатный монтаж платы 4



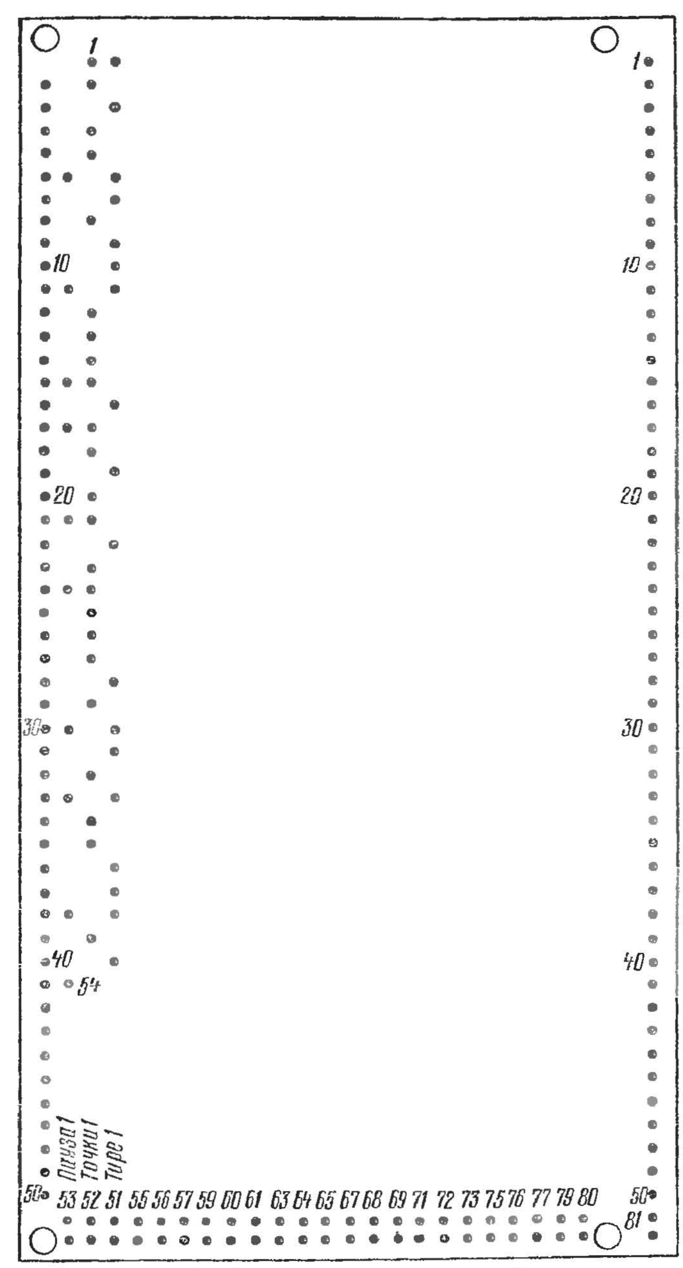
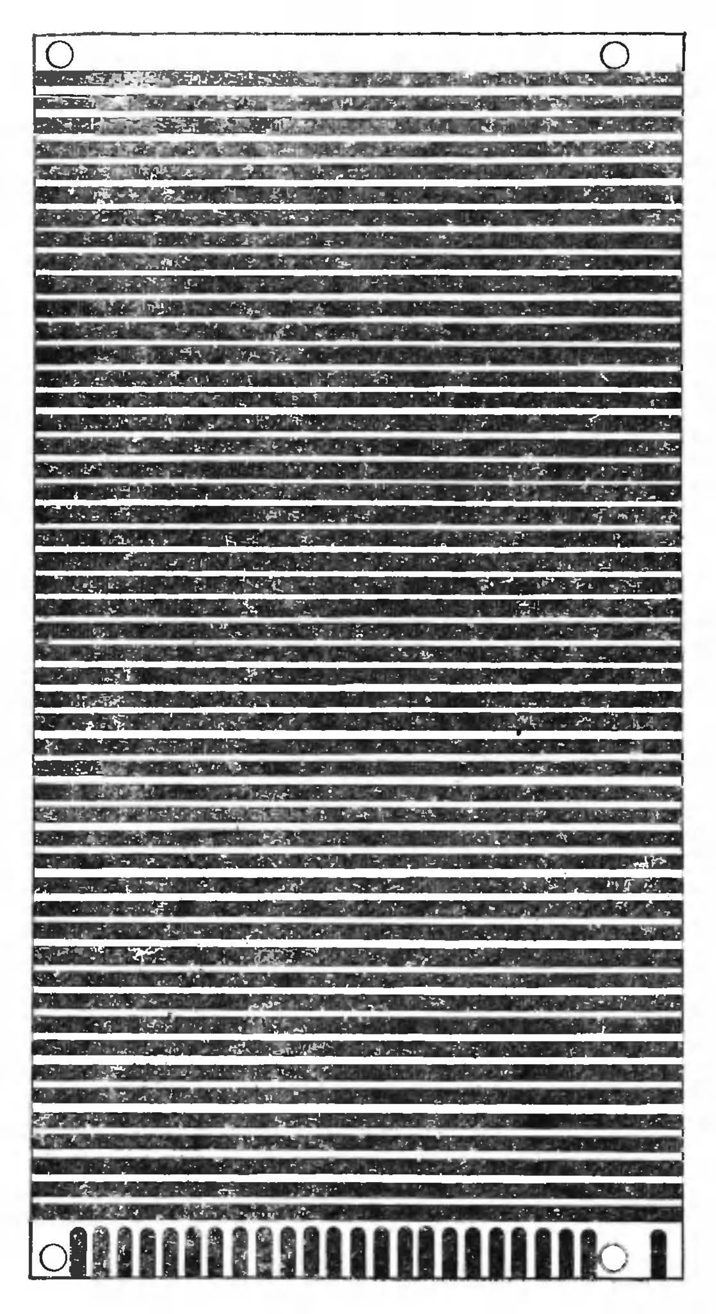


Рис. 12. Печатный монтаж платы 5



пульсов и запрещает прохождение сигналов через коммутатор программ. Датчик готов к передаче следующего сообщения.

В случае использования датчика в режиме радиомаяка необходимо ввести дополнительную кнопку, включаемую после запуска программы и подключающую шину *«Конец»* шифратора программ непосредственно к входу установки нуля распределителя импульсов, минуя вход RS-триггера шифратора программ. При этом в шифраторе по окончании программы необходимо сформировать паузу по вышеизложенному принципу.

Автоматический датчик сигналов позывных передатчика «охоты на лис» можно разместить на одной плате *1*, уменьшив количество выходов распределителя до 20.

Коммутатор программ можно также выполнить на кнопочном переключателе с зависимой фиксацией, но он будет менее удобен и увеличит габариты датчика.

Возможности датчика можно расширить, введя дополнительный распределитель импульсов, шифратор программ и коммутатор. При этом сообщения формируются из знаков или фраз, коммутируемых первым коммутатором.

Датчик выполнен на платах размерами 70 × 135 мм с односторонним печатным монтажом (см. рис. 8—12). Часть соединений выполнена перемычками.

Шаг координатной сетки на печатных платах — 2,5 мм. Диоды шифраторов устанавливают вертикально — минусовыми выводами к входным шинам. Плюсовые выводы припаивают к проволочным шинам, соединенным с выводами платы.

Смонтированные платы с помощью шпилек М2,5 × × 100 мм и изоляционных распорных втулок с внешним диаметром 5 мм собирают в этажерку так, чтобы выходы плат *2а* и *2б* совпадали со входами плат *5а* и *5б*. Этажерку из плат закрепляют между передней и задней панелями. Стороны датчика закрыты листами из сплава Д16АТ толщиной 1,5 мм, общие размеры датчика — 75 × 160 × 160 мм.

На передней панели располагают кнопки управления датчиком, сигнальные лампы (или светодиоды), табло с текстом программ и регулятор скорости подачи. Остальные элементы крепят на задней панели.

УСИЛИТЕЛЬ НЧ

В. Родченков

Усилитель предназначен для высококачественного звуковоспроизведения. Его выходная мощность 30 Вт на нагрузке 4 Ом при коэффициенте нелинейных искажений 0,01%, чувствительность 1 В при входном сопротивлении 600 Ом, уровень помех — 100 дБ, рабочий диапазон частот от 10 Гц до 100 кГц с завалом на краях —1 дБ.

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 1. Усилитель состоит из каскадов усиления напряжения и мощности. Оба каскада охвачены глубокой отрицательной обратной связью, напряжение которой подается с выхода усилителя через делитель, состоящий из резисторов *R15* и *R13*, на базу транзистора *T2*. Глубокая обратная связь позволила получить очень малый коэффициент нелинейных искажений и широкий диапазон рабочих частот.

Каскады усиления напряжения собраны на транзисторах *T1* и *T2*, включенных по дифференциальной схеме с общим эмиттером, и транзисторе *T4*. Транзистор *T2* является управляющим элементом в цепи обратной связи.

Каскады усиления мощности включают эмиттерный повторитель на транзисторе *T5* и оконечный каскад (*T7*—*T10*). Наличие эмиттерного повторителя на транзисторе *T5* позволило разгрузить транзистор *T4*, уменьшив силу тока покоя до 1,5 мА и рассеиваемую мощность до 40 мВт.

Из других особенностей необходимо отметить питание дифференциального усилителя от стабилизатора тока, собранного на транзисторе *T3*, что позволяет увеличить сопротивление в цепи эмиттеров транзисторов дифференциального усилителя до нескольких мегом. Потенциал базы транзистора *T3* и, следовательно, сумма токов

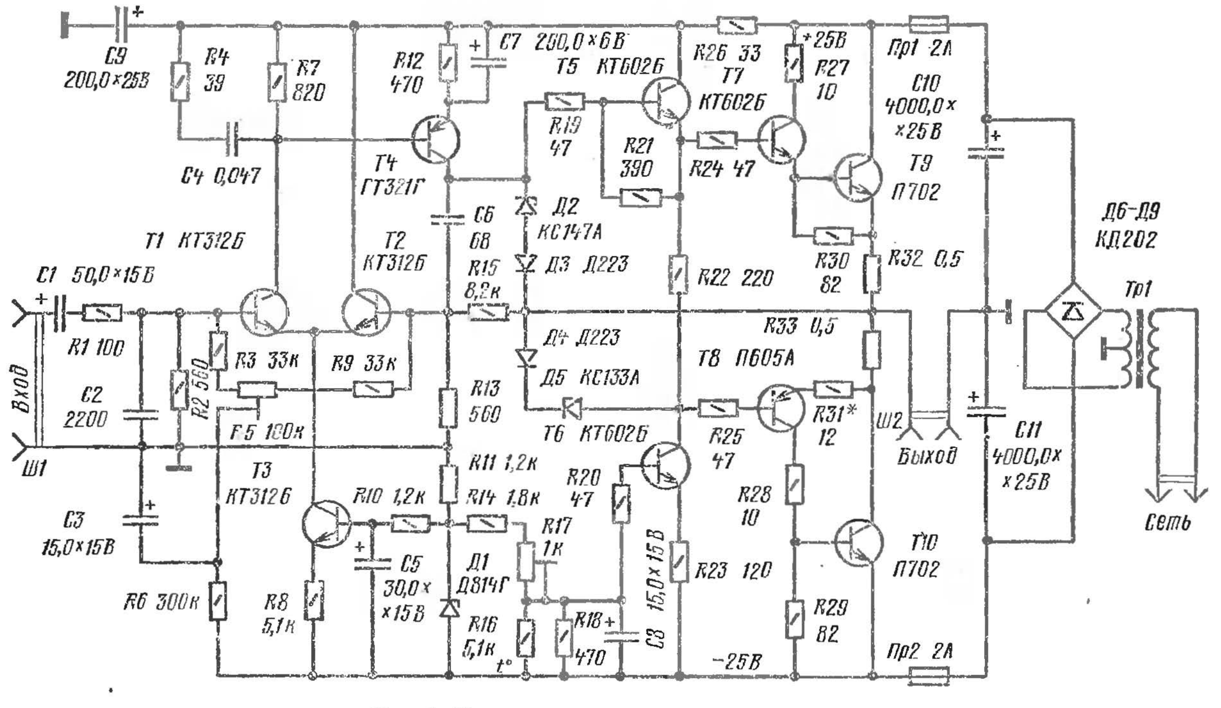


Рис. 1. Принципиальная схема усилителя

транзисторов *T1* и *T2* поддерживаются постоянными благодаря наличию стабилитрона *Д1*. Балансируется дифференциальный усилитель резистором *R5*, с помощью которого меняется смещение, подаваемое на базы транзисторов *T1* и *T2*.

Сила тока покоя транзисторов *T9* и *T10* составляет 50—60 мА. Ее устанавливают резистором *R17*. Меняя сопротивление этого резистора, можно менять напряжение на базе транзистора *T6*, который является источником постоянного тока. При этом меняется сила тока коллектора и, следовательно, падение напряжения на резисторе *R22*. Это напряжение приложено к базам транзисторов *T7* и *T8* и позволяет управлять током покоя выходных транзисторов.

Кроме ручной регулировки тока покоя применена автоматическая терморегулировка. Параллельно резистору *R18*, определяющему напряжение смещения на базе транзистора *T6*, включен терморезистор *R16*, который уменьшает напряжение на базе этого транзистора с увеличением температуры, вызывая уменьшение силы тока покоя выходных транзисторов.

Резисторы *R19, R20, R24, R25* включены для повышения устойчивости работы: усилитель собран на высокочастотных транзисторах и имеет большой коэффициент усиления по мощности (около 20 000).

Цепочка *R7C4* создает плавный спад усиления на высоких частотах. Конденсатор *C6* служит элементом обратной связи в усилителе напряжения и препятствует самовозбуждению. Для предотвращения проникновения в усилитель высокочастотных наводок на входе включен фильтр *R1C2*.

В целях защиты усилителя от перегрузок и коротких замыканий применено ограничение силы тока выходных транзисторов. Оно осуществляется ограничением напряжения на базах транзисторов *T5* и *T8*. Увеличение силы тока транзистора *T9* будет происходить до тех пор, пока сумма напряжений на переходах эмиттер-база транзисторов *T5, T7, T9* и резисторе *R32* не станет равна напряжению стабилизации стабилитрона *Д2*. Открывшийся стабилитрон будет ограничивать напряжение на базе транзистора *T5* во время положительной полуволны переменного напряжения (диод *Д3* при этом будет включен в прямом направлении). Для отрицательной полу-

волны аналогично работает цепь *Д4Д5*. Ограничение происходит при силе тока 6 А.

Монтаж усилителя выполнен на печатной плате размером 120 × 65 мм (рис. 2). Транзисторы *Т9* и *Т10* установлены на радиаторах площадью 130 см². Терморезистор *R16* (ММТ-1) закреплен на радиаторе транзистора *Т10*. Транзисторы *Т1* и *Т2* необходимо подобрать с одинаковым коэффициентом передачи по току. Вместо указанных на схеме КТ312Б можно использовать

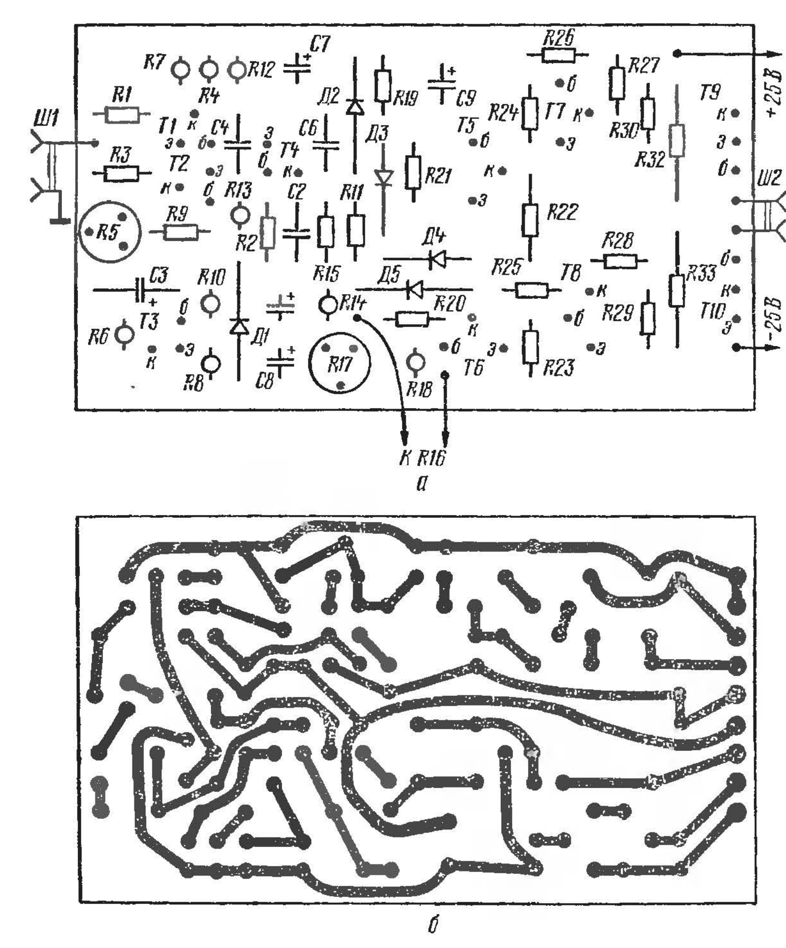


Рис. 2. Печатная плата усилителя

КТ315 (с любым буквенным индексом) или КТ603Б. Транзистор ГТ321Г (*Т4*) можно заменить на МП21А, имеющий $B_{ст}$ = 100. В оконченом каскаде также могут работать транзисторы КТ802А, КТ805А.

Резисторы *R32* и *R33* намотаны константановым проводом диаметром 0,8 мм; подстроечные резисторы *R5* и *R17* — СП4-1, остальные — МЛТ-0,25. Конденсаторы — КМ, К50-6, К53-1А. Мощность трансформатора около 80 Вт. Напряжение холостого хода его вторичной обмотки 35—36 В.

Перед включением усилителя устанавливают движок подстроечного резистора *R5* в среднее положение, а резистора *R17* — в положение максимального сопротивления. Включают питание и резистором *R17* добиваются силы тока покоя транзисторов *Т9* и *Т10*, равной 50—60 мА. После прогрева устанавливают нулевой потенциал на выходе усилителя. Затем еще раз проверяют силу тока покоя и в случае надобности корректируют ее. Подключают нагрузку, подают на вход переменное напряжение, измеряют выходную мощность и коэффициент нелинейных искажений, снимают частотную характеристику.

Если усилитель ограничивает выходное напряжение несимметрично, подбирают резистор *R31*. Если появляются признаки неустойчивой работы, то параллельно нагрузке подключают цепь, состоящую из включенных последовательно конденсатора емкостью 0,1 мкФ и резистора сопротивлением 30 Ом.

В заключение хочется отметить, что постройка усилителя будет целесообразна только при наличии предварительного усилителя высокого качества, который обеспечивает на нагрузке в 600 Ом напряжение 1 В с нелинейными искажениями менее 0,1%.

МАГНИТОФОННЫЙ РЕВЕРБЕРАТОР

В. Бикмулин

Для «оживления» звучания электромузыкальных инструментов и большей выразительности исполнения вокальных произведений применяются различные устройства, создающие эффект реверберации звука. В настоя-

щей статье описана конструкция одного из таких устройств — магнитофонного ревербератора. Ревербератор

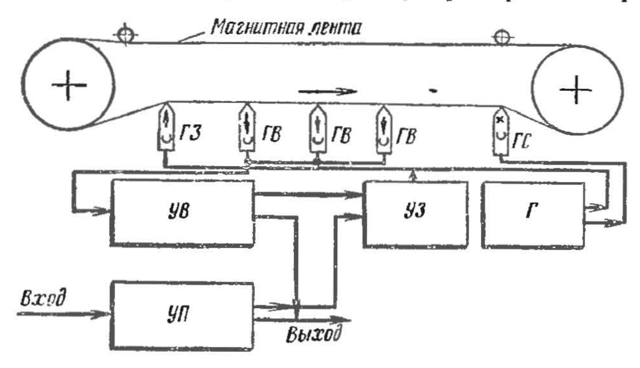


Рис. 1. Структурная схема ревереберaтора

имеет сравнительно небольшие габариты (320 × 80 × 80 мм) и массу. В нем применен простой в изготовлении и эксплуатации механизм транспортировки ленты (МТЛ), обеспечивающий минимальный износ и быструю замену ленты в случае обрыва. Амплитуда сигнала на выходе устройства примерно равна амплитуде на входе.

Структурная схема ревербератора приведена на рис. 1. Он состоит из механической части, в которую входит МТЛ, и электронной части, включающей в себя предварительный усилитель *УП*, усилители записи *УЗ* и воспроизведения *УВ* и высокочастотный генератор *Г*.

Электрические колебания от источника (микрофон, электромузыкальный инструмент) через предварительный усилитель одновременно подаются на вход усилителя записи, нагруженного на головку записи *ГЗ*, и на основной усилитель НЧ (на схеме не показан). Сюда же через промежуток времени, обусловленный расстоянием от записывающей до воспроизводящей головки и скоростью движения магнитной ленты, подаются через усилитель воспроизведения сигналы, снятые головками воспроизведения *ГВ*. На выходе ревербератора кроме основного сигнала создается ряд его последовательных, ослабленных и задержанных по времени повторений в соответствии с выбранными с помощью органов управления условиями.

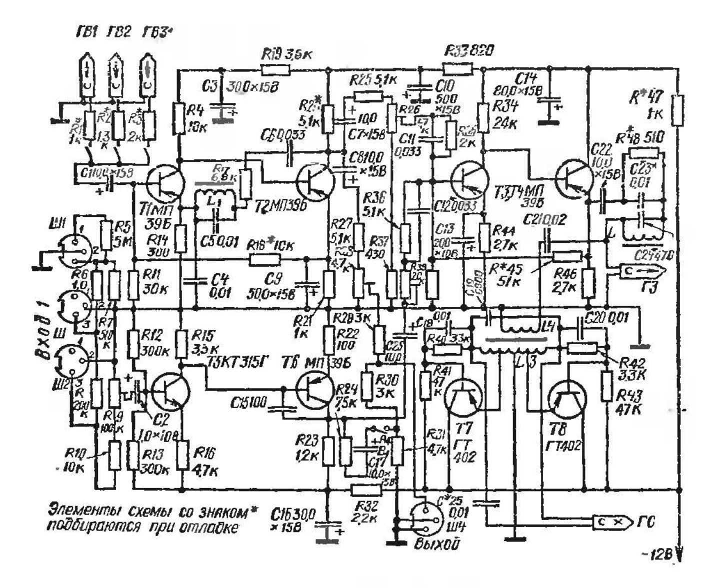


Рис. 2. Принципиальная схема реверберaтора

Принципиальная схема электронной части ревербератора изображена на рис. 2.

Сигнал от источника низкочастотных колебаний подается на какой-либо из входных разъемов *Ш1 — Ш3*. Гнезда *«Выход»* соединяются с входом усилителя низкой частоты.

Предварительный усилитель ревербератора состоит из двух каскадов, собранных на транзисторах *Т5* и *Т6*. Первый каскад выполнен на транзисторе КТ315Г, отличающемся большой температурной стабильностью и низким уровнем шумов. На его входе имеется делитель напряжения *R5 — R8*, позволяющий подключать к ревербератору источники с различными амплитудами сигналов. Во втором каскаде работает транзистор МП39Б.

Усилитель воспроизведения, собранный на транзисторах *Т1, Т2* (МП39Б), выполнен по схеме с непосредственной связью между каскадами. В нем осуществляется основная коррекция частотной характеристики при воспроизведении. Для этого между коллектором транзистора *Т2* и эмиттером транзистора *Т1* включена цепь частотнозависимой отрицательной обратной связи *L1C5R17C6*,

которая позволяет выровнять частотную характеристику усилителя записи в диапазоне 80—8000 Гц. В целях повышения стабильности работы каскады охвачены отрицательной обратной связью, глубину которой подбирают изменением сопротивления резистора *R18*. Усилитель записи — тоже двухкаскадный, с непосредственной связью между каскадами. В нем осуществляется дополнительный подъем усиления на высших частотах ячейками *R36C12, R35C11, R48C23,* сопротивление которых падает с увеличением частоты.

Для предотвращения проникновения в усилитель высокочастотных колебаний подмагничивания последовательно с головкой записи включен фильтр-пробка *L2C24*.

Переменные резисторы *R26, R28, R38* и переключатели *B1 — B4* — органы управления ревербератором. Резистором *R26* регулируют время полного затухания повторений основного сигнала; резистором *R28* — уровень амплитуды повторений относительно основного сигнала; резистором *R38* — уровень записи.

Уровень записи устанавливают перед началом работы с ревербератором, подавая на его вход максимальный сигнал. Качество записи контролируют на слух без основного сигнала, который отключают переключателем *B4*. Различные комбинации подключения головок воспроизведения к входу усилителя (посредством переключателей *B1 — B3*) позволяют получить всевозможные эффекты реверберации звука.

Генератор стирания и подмагничивания собран по обычной двухтактной схеме на транзисторах *T7, T8*. Он работает на частоте 65 кГц. В целях достижения симметричности формы колебаний высокочастотного напряжения транзисторы для генератора следует использовать по возможности с одинаковыми параметрами.

Внешний вид ревербератора показан на рис. 3. Узлы конструкции размещены на выгнутом в виде тавра шасси, выполненном из стального листа толщиной 1,5 мм. На его внешней стороне расположены магнитные головки, лентопротяжное устройство, органы управления. На другой стороне шасси смонтированы два экранированных друг от друга отсека, в одном из которых находятся печатные платы усилителей и генератора, в другом — плата блока питания и электродвигатель.

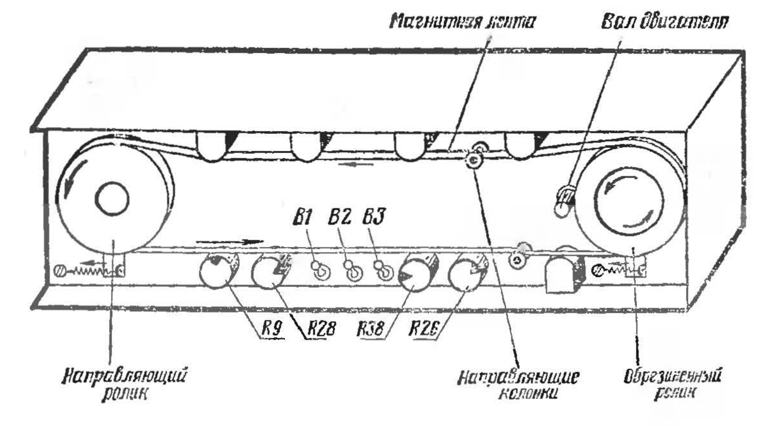


Рис. 3. Внешний вид реверберратора

Воспроизводящие головки заключены в стальные экраны заводского изготовления и прикреплены к шасси так, чтобы можно было в небольших пределах регулировать положение рабочего зазора каждой головки относительно движущейся магнитной ленты.

Лентопротяжное устройство состоит из обрезиненного ролика, направляющего ролика и направляющих колонок. Оси роликов неподвижно закреплены на специальных плавающих подпружиненных планках. Механизм приводится в движение электродвигателем ЭДГ-6, у которого выходной вал проточен до диаметра 4 мм.

Электронная часть реверберратора собрана на фольгированном гетинаксе печатным методом с использованием малогабаритных деталей: резисторов УЛМ или СПО и электролитических конденсаторов К50-6.

Головка записи — низкоомная, от магнитофона «Романтик». Головки воспроизведения — высокоомные, от магнитофона «Тембр». Для стирания подойдет любая стирающая головка с ферритовым сердечником.

Катушки контура частотной коррекции и фильтра-пробки наматывают на ферритовых кольцах 1000НМ типоразмера К10 × 6 × 2,5 мм. Первая содержит 230, вторая — 240 витков провода ПЭЛШО 0,1.

Катушки генератора *L4*, *L3* намотаны на броневом сердечнике СБ-28а и содержат соответственно: 30 + + 60 + 60 + 30 витков провода ПЭВ-1 0,3 и 140 витков провода ПЭВ-1 0,15.

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

ИЗМЕРИТЕЛЬ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ

А. Лиепиньш, Я. Сиксна

В комплект приборов для налаживания и измерения параметров низкочастотных усилителей входит измеритель нелинейных искажений. Один из таких приборов описан в публикуемой статье.

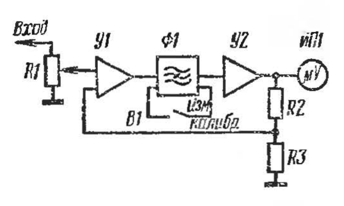


Рис. 1. Структурная схема измерителя

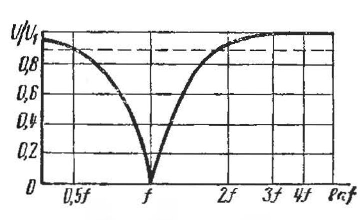
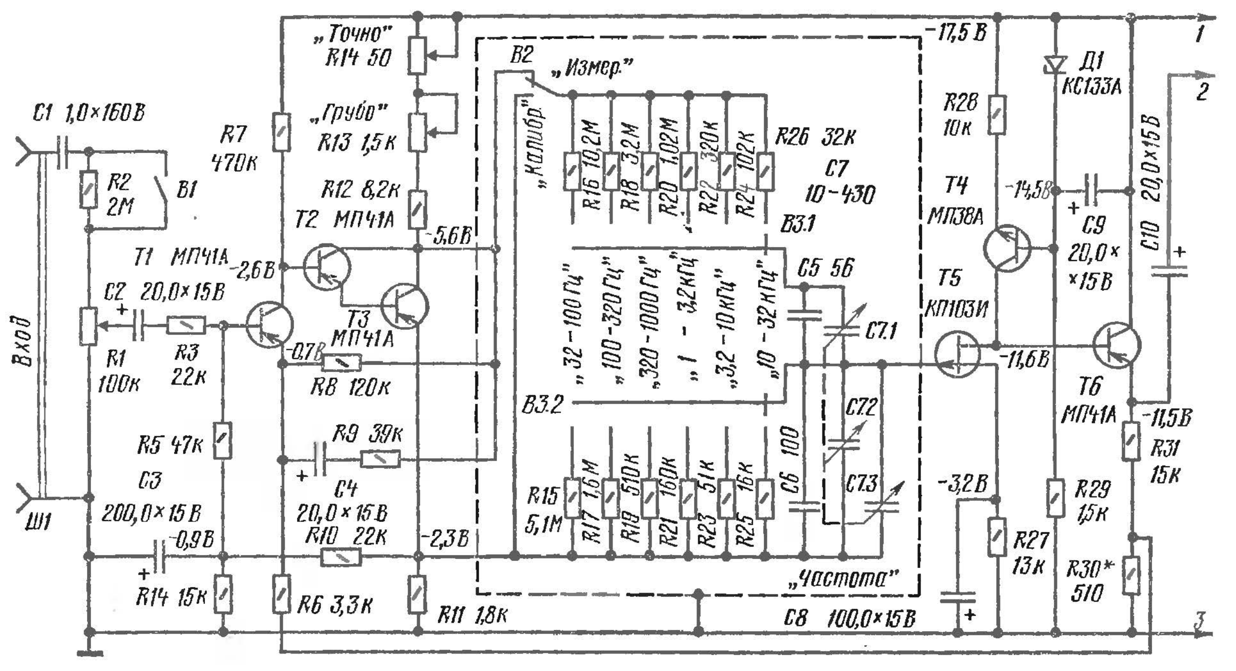


Рис. 2. Амплитудно-частотная характеристика измерителя

Обычно коэффициент нелинейных искажений вычисляют как отношение суммы эффективных напряжений гармоник к эффективному напряжению основной частоты. В данном измерителе в целях упрощения определяется отношение средних значений этих напряжений. Точность измерений при этом вполне достаточна для радиолюбительских целей.

Структурная схема прибора показана на рис. 1. Основными узлами измерителя являются регулятор входного напряжения *R1*, предварительный усилитель *У1*, режекторный фильтр *Ф1*, задерживающий напряжение основной частоты, выходной усилитель *У2*, милливольтметр *ИП1*.

Каскады прибора охвачены глубокой отрицательной обратной связью, напряжение которой подается с выхода усилителя *У2* на вход предварительного усилителя.


„Точно" R14 50
„Грубо" R13 1,5к
R12 8,2к
R7 470к
C1 1,0×160В
R2 2М
B1
Вход
Ш1
T1 МП41А
T2 МП41А
T3 МП41А
-2,6В
-5,6В
-0,7В
C2 20,0×15В
R1 100к
R3 22к
R8 120к
R5 47к
R9 39к
C3 200,0×15В
C4 20,0×15В
-0,9В
R10 22к
-2,3В
R14 15к
R6 3,3к
R11 1,8к
B2
„Измер."
„Калибр."
R16 10,2М
R18 3,2М
R20 1,02М
R22 320к
R24 102к
R26 32к
C7 10-430
B3.1
B3.2
„32-100Гц"
„100-320Гц"
„320-1000Гц"
„1-3,2кГц"
„3,2-10кГц"
„10-32кГц"
C5 56
C6 100
C7.1
C7.2
C7.3
R15 5,1М
R17 1,6М
R19 510к
R21 160к
R23 51к
R25 16к
„Частота"
C8 100,0×15В
-17,5В
1
2
3
Д1 КС133А
R28 10к
T4 МП38А
-14,5В
C9 20,0×15В
C10 20,0×15В
T5 КП103И
-11,6В
T6 МП41А
-11,5В
R31 15к
-3,2В
R27 13к
R29 1,5к
R30* 510

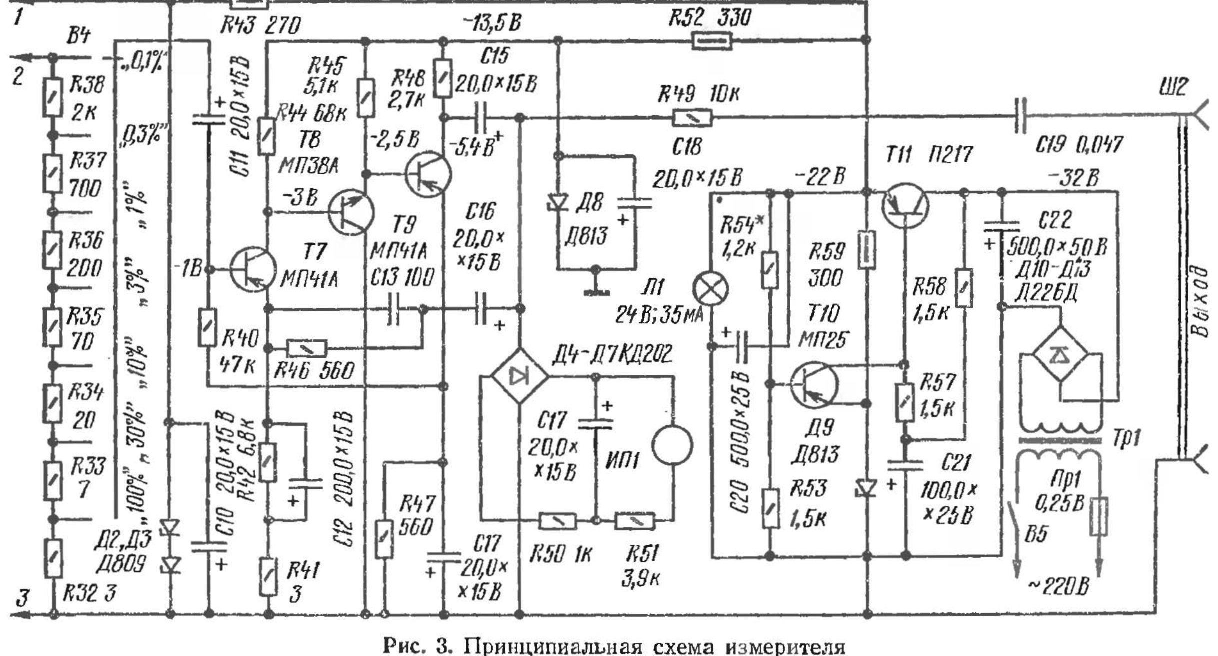


Рис. 3. Принципиальная схема измерителя

Применение обратной связи позволило выровнять амплитудно-частотную характеристику прибора на частотах гармонических составляющих сигнала (рис. 2).

Принципиальная схема измерителя нелинейных искажений изображена на рис. 3. Регулятор входного уровня *R1* и выключатель *B1*, шунтирующий дополнительный резистор *R2*, обеспечивают измерение сигнала амплитудой от 50 мВ до 20 В.

Предварительный усилитель *У1* собран на транзисторах *T1 — T3* и охвачен отрицательной обратной связью по постоянному и переменному току соответственно через резистор *R8* и цепочку *R9C4*. Это позволило существенно уменьшить собственную нелинейность усилителя.

Режекторный фильтр выполнен по мостовой схеме на элементах *R11 — R14*, *R15 — R26* и *C5 — C7*. Балансируют мост переменными резисторами *R13* (грубо) и *R14* (точно), включенными в коллекторную цепь транзисторов *T2*, *T3*. Требуемый частотный поддиапазон выбирают переключателем *B3*. Настраивают режекторный фильтр переменными конденсаторами *C7.1 — C7.3*.

Выходной усилитель *У2* собран на транзисторах *T4 — T6*. Применение полевого транзистора КП103И (*T5*) позволило получить высокое входное сопротивление усилителя. Нагрузка этого транзистора — динамическая, транзистор *T4* Эмиттерный повторитель на транзисторе *T6* согласует выход усилителя с входом милливольтметра.

На резисторах *R32 — R38* собран входной делитель, а на транзисторах *T7 — T8* — усилитель милливольтметра. Все три каскада через цепь *C13R46R42R41* охвачены глубокой отрицательной обратной связью. К выходу усилителя подключен выпрямительный мост на диодах *Д4 — Д7*. В одну из его диагоналей включен измерительный прибор *ИП1* и элементы *R50*, *R51* и *C17*.

Питается измеритель от стабилизованного источника напряжением 22 В. Для улучшения развязки по питанию в избирательном усилителе и в милливольтметре имеются дополнительная стабилизация и фильтрация питающего напряжения.

В приборе применен блок переменных конденсаторов КПЕ-3 с верньером, имеющим передаточное отношение

1 : 1,5. Корпус блока переменных конденсаторов изолирован от шасси.

Все резисторы — МЛТ. Сопротивления резисторов делителя напряжения *R32* — *R38* не должны отличаться от указанных по схеме больше чем на ± 3%.

Переключатели *В1, В2* и *В5* — ТВ-2-1, *В3* и *В4* — галетные ПГ11П2Н.

Транзистор *Т11* установлен на радиаторе.

Трансформатор *Тр1* выполнен на магнитопроводе Ш20 × 30. Первичная обмотка содержит 2100 витков провода ПЭВ-1 0,15, вторичная — 290 витков провода ПЭВ-1 0,31.

Измерительный прибор *ИП1* — микроамперметр М24 с током полного отклонения 100 мкА.

Налаживание прибора начинают с проверки напряжений питания узлов измерителя и напряжения на выходе стабилизированного выпрямителя.

При налаживании милливольтметра конденсатор *С10* отключают от входного делителя, переключатель *В4* устанавливают в положение *«10%»*. С образцового генератора на вход милливольтметра подают сигнал напряжением 100 мВ и частотой 1000 Гц. Подбором резистора *R46* добиваются отклонения стрелки измерительного прибора на последнюю отметку шкалы. Подключив к разъему *Ш2* осциллограф, наблюдают форму напряжения. До амплитуды 1,2 В она должна быть неискаженной, в противном случае следует подобрать режимы работы транзисторов.

При постоянном входном напряжении проверяют частотную характеристику милливольтметра. В интервале частот 32 Гц — 160 кГц она должна иметь неравномерность не более 1 дБ.

Градуируют шкалы обычным способом: 1000 мВ будет соответствовать 100%, 300 мВ — 30% и т. д.

Уровень шума милливольтметра составляет около 0,4 мВ, что определяет возможность измерения минимальной нелинейности. Если шумы превышают 0,4 мВ, следует заменить транзистор *Т7*.

При налаживании режекторного фильтра на вход измерителя подают сигнал напряжением 50 мВ и частотой 1000 Гц. Переключатель *В2* устанавливают в положение *«Калибр»*. Напряжение на эмиттере транзи-

стора *Т3* при этом должно быть около 17 мВ, на его коллекторе — 70 мВ, на резисторе *R31* — 1000 мВ.

Глубину отрицательной обратной связи устанавливают подбором резистора *R30*. Одновременно с этим контролируют форму выходного напряжения. Режим работы транзистора *Т5* по постоянному току подбирают резистором *R27*.

Затем переключатель *В2* переводят в положение *«Измер.»*. Настраивая режекторный фильтр и балансируя мост резисторами *R13* и *R14*, добиваются минимального отклонения стрелки измерительного прибора, которое и будет соответствовать измеренной нелинейности.

Можно также проверить неравномерность прохождения гармоник со второй по пятую. Для этого после измерения нелинейности на вход подают сигналы, частоты которых кратны основной частоте, и определяют соответствующие напряжения на приборе (уровень сигналов на входе — постоянный). Отношение напряжений второй и пятой гармоник должно быть не менее 0,9.

Частотную шкалу измерителя градуируют по низкочастотному генератору при настроенном режекторном фильтре.

Работают с прибором так. Переключатель *В2* устанавливают в положение *«Калибр»*, переключатель *В4* — в положение *«100%»*. Переменным резистором *R1* устанавливают стрелку прибора на последнюю отметку шкалы. Затем переключатель *В2* переводят в положение *«Измер.»* и настраивают режекторный фильтр на частоту первой гармоники входного сигнала, добиваясь минимального отклонения стрелки.

Полученный результат и будет соответствовать коэффициенту нелинейности входного сигнала.

ПРИСТАВКА ДЛЯ ПРОВЕРКИ КВАРЦЕВЫХ РЕЗОНАТОРОВ

В. Волков

Кварцевые резонаторы находят в радиолюбительской практике все более широкое применение. Сейчас без них немыслима постройка высокостабильного генератора или узкополосного фильтра.

Для измерения параметров резонаторов промышленность выпускает большое количество приборов. Однако они, как правило, достаточно сложны в обращении. Ниже описывается схема простой приставки, пригодной для массового повторения. Она предназначена для измерения основных параметров всех типов резонаторов: динамических, статических, номинальной частоты последовательного резонанса как на основной, так и на нечетных гармониках. Приставка работает совместно с любым измерителем частоты и милливольтметром переменного тока. Попутно она может служить генератором или резонансным усилителем с низкоомным выходом, которые могут найти применение для настройки и регулировки различной любительской аппаратуры.

Приставка работает на электронных лампах, что не только упростило и удешевило конструкцию, но и повысило качественные показатели прибора (промышленные образцы подобных приборов также выполняются на лампах). В данной приставке использован способ измерения параметров резонаторов в генераторном режиме. Он заключается в определении падения напряжения на входе и выходе четырехполюсника, нагруженного на активную нагрузку известной величины, а также в испытании резонатора методом «трех частот», который обеспечивает точность, не уступающую существующим промышленным приборам.

Техническая характеристика

рабочий диапазон — 20 кГц — 35 МГц, он разбит на поддиапазоны: 19—50; 49—115; 112—350; 325—930 кГц, 0,87—2,9; 2,8—9,8; 9,75—35 МГц;

погрешность измерения эквивалентного сопротивления потерь $R_к$ — не более 0,1 $R_к+\delta_н+3$ (Ом), где $\delta_н$ — приведенная погрешность измерения напряжения;

погрешность измерения динамической индуктивности $L_к$ — не более 0,1 $L_к+\delta_c+\delta_ч$, где δ_c — максимальная суммарная погрешность измерения емкости образцовых конденсаторов, $\delta_ч$ — максимальная погрешность измерения частоты;

погрешность измерения последовательной динамической емкости $C_к$ — не более 0,1 $C_к+\delta_c+\delta_ч$;

погрешность измерения параллельной статической емкости C_0 (с учетом емкости кварцедержателя) — не более 0,1 $C_0+\delta_c+\delta_ч$;

выходное напряжение ВЧ сигнала на нагрузке 10 кОм, зашунтированной конденсатором емкостью 51 пФ,— не менее 0,3 В;

регулировка напряжения на выходе четырехполюсника — в пределах 60 дБ;

общее время предварительного прогрева прибора — 30 мин, время предварительного прогрева после перехода с одного частотного поддиапазона на другой и с одного вида измерения на другой — 5 мин.

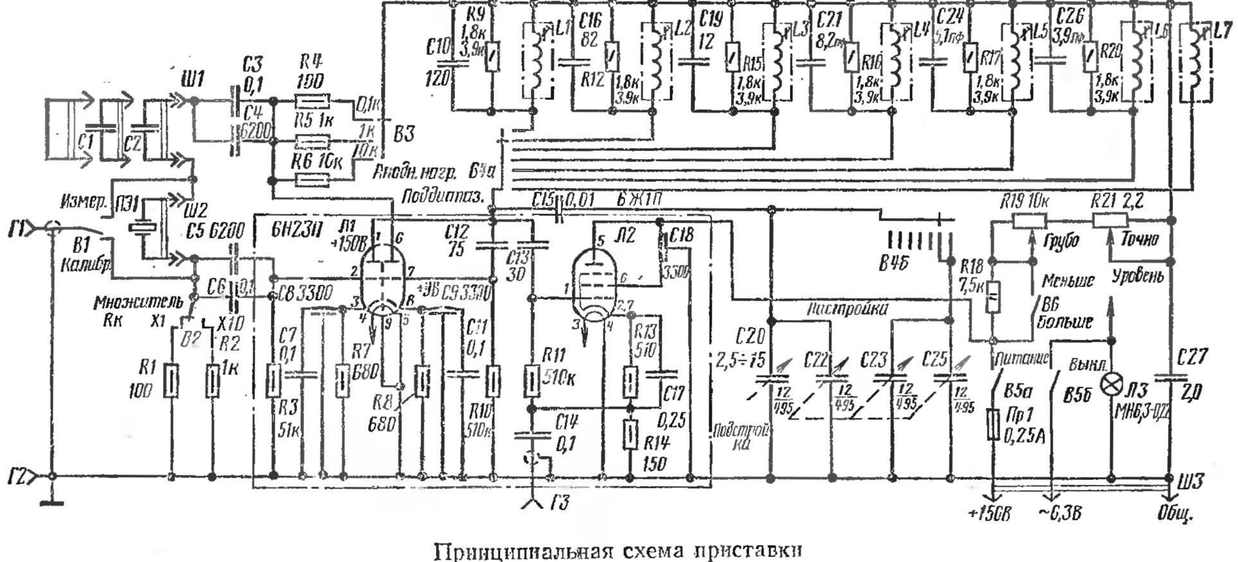
Приставка питается от источника, обеспечивающего на выходе стабилизированное напряжение постоянного тока 150 В при силе тока нагрузки до 50 мА и напряжение переменного тока 6,3 В при силе тока нагрузки около 0,7 А. Мощность, потребляемая приставкой в установившемся режиме, составляет 12 Вт.

Принципиальная схема приставки приведена на рисунке. Прибор состоит из автогенератора, согласующего каскада и четырехполюсника.

Автогенератор собран на двойном триоде *Л1* по схеме генератора с отрицательным сопротивлением. На правом триоде собран резистивный усилитель, на левом — резонансный усилитель с непосредственным включением контура в цепь анода. В цепь положительной обратной связи автогенератора включен резистивный четырехполюсник, в который входят резисторы анодной нагрузки правого триода *R4* — *R6*, образцовые резисторы *R1* (или *R2*), кварц ПЭ1 и образцовые конденсаторы *C1* (или *C2*). Вместо конденсаторов можно вставить перемычку.

При совпадении резонансных частот контура и резонатора последний возбуждается, так как его сопротивление уменьшается и становится эквивалентным чисто активному сопротивлению в цепи положительной обратной связи автогенератора.

Исследуемый кварц возбуждается не точно на частоте последовательного резонанса, а с некоторым отклонением в сторону частоты параллельного резонанса. Это отклонение зависит от сопротивления резисторов, входящих в четырехполюсник. Для уменьшения разницы между генерируемой и резонансной частотами эти резисторы должны иметь предельно малые значения сопротивлений (однако достаточные для самовозбуждения автогенератора). При измерениях в зависимости от динамического сопротивления потерь исследуемого кварца переключателем *B3* коммутируют резисторы *R4* — *R6*, а тумблером *B2* переключают нагрузку четырехполюсника. Выбор сопротивления анодной нагрузки правого триода лампы *Л1* гарантирует условия самовозбуждения автогенератора при сопротивлении потерь кварца,



Принципиальная схема приставки

изменяющихся в широких пределах, а возможность подбора сопротивления нагрузок четырехполюсника способствует уменьшению коэффициента гармоник в сигнале (из-за снижения мощности, рассеиваемой на кварце, до 2 мВт). В свою очередь, это повышает точность измерения параметров. С этой же целью в автогенераторе введена плавная регулировка анодного напряжения переменными резисторами *R19* (*«Грубо»*) и *R21* (*«Точно»*) и фиксированная тумблером *В6*.

Регулировка анодного напряжения автогенератора позволяет выполнить и вторую задачу: с помощью внешнего милливольтметра, подключаемого к разъему *Г1*, выставлять на образцовом резисторе *R1* (или *R2*) напряжение сигнала, достаточное для устойчивого самовозбуждения и удобное для вычислений.

Резонансный контур — анодная нагрузка левого триода лампы *Л1* — служит элементом настройки автогенератора. Он облегчает самовозбуждение, повышает выходное напряжение сигнала и делает схему избирательной.

На каждом из поддиапазонов используется своя катушка. Для получения равномерности усиления во всем диапазоне частот контуры зашунтированы резисторами.

Для плавной перестройки частоты автогенератора внутри каждого поддиапазона служит блок конденсаторов переменной емкости *С22, С23, С25*, ручка перестройки которого выведена на лицевую панель приставки. Точная подстройка частоты автогенератора производится конденсатором переменной емкости *С20*.

Наличие сменных контуров, коммутируемых переключателем *В4а*, и переключение переключателем *В4б* секций блока конденсаторов переменной емкости *С22, С23, С25* (в зависимости от выбранного рабочего поддиапазона частот) позволяет возбуждать резонаторы в довольно широком диапазоне частот как на основной частоте, так и на нечетных гармониках.

Для получения на выходе приставки высокочастотного сигнала необходимой мощности и согласования автогенератора с измерителем частоты используется катодный повторитель на лампе *Л2* в триодном включении. Сигнал, снимаемый с резистора *R14* нагрузки катодного повторителя, через разделительный конденсатор *С14* по-

ступает на высокочастотный разъем *Г3*, который используется для подключения измерителя частоты.

На частоту возбуждения резонатора приставку настраивают по максимуму напряжения на выходе измерительного четырехполюсника (разъем *Г1*). Тумблер *В1* при этом устанавливают в положение «*Калибр*».

Приставка выполнена как переносный прибор настольного типа. Детали расположены на горизонтальном шасси и прикрепленной к нему вертикальной передней панели. На шасси сверху установлены блок автогенератора с катодным повторителем, блок конденсаторов переменной емкости, узел коммутации измерительного четырехполюсника. В подвале шасси находятся *LC* контуры. На заднюю стенку шасси выведены разъемы: *Ш3*, *Г1* — *Г3*, а также держатель предохранителя *Пр1*. На переднюю панель выведены органы управления и разъемы *Ш1*, *Ш2*. Так как для измерения частоты возбуждения резонатора используется отдельный измеритель частоты, шкала настройки автогенератора отсутствует, что позволило значительно «разгрузить» переднюю панель прибора и упростить конструкцию.

В связи с конструктивной простотой приставки подробно будут описаны только наиболее ответственные узлы. В случае необходимости конструкция может быть изменена радиоконструктором применительно к конкретным условиям.

Блок автогенератора с катодным повторителем выполнен в виде отдельного съемного модуля. Для повышения стабильности частоты и ее повторяемости монтаж автогенератора выполнен посеребренным медным проводом диаметром 0,8 мм на латунной пластине размерами 64 × 74 мм и толщиной 2 мм, заключенной в латунный экран 79 × 68 × 60 мм с толщиной стенок 1 мм.

Температурная компенсация частоты автогенератора достигается применением конденсаторов с различным ТКЕ: *С12* — *С13* — КТК красного цвета, *С4* и *С5* — КСО группы «Г», конденсаторы, используемые в *LC* контурах,— КТ-2а голубого цвета.

Проходные конденсаторы *С8*, *С9* и *С18* типа КТП используются в качестве монтажных стоек. Блок конденсаторов переменной емкости — от вещательного радиоприемника. Важно, чтобы его статорные пластины были установлены на опорных изоляторах из стекла или ке-

рамики. Верньерное устройство блока конденсаторов переменной емкости — с замедлением около 100 — червячного типа. Его можно заменить фрикционным с замедлением не менее 20.

Данные контурных катушек сведены в таблицу.

Катушка	Индуктивность, мГ	Изменение добротности по диапазону
L1	120	53—80
L2	12	57—82
L3	1,8	42—85
L4	1,2	42—83
L5	0,08	38—103
L6	$7\cdot10^{-3}$	54—90
L7	$7\cdot10^{-4}$	85—165

Настройка приставки начинается с проверки режимов ламп. Они не должны отличаться более чем на ±10% от указанных на принципиальной схеме. Подключив к разъему *Г3* милливольтметр, подают на вывод *2* лампы *Л1* сигнал около 0,1 В в диапазоне частот 20 кГц — 35 МГц. Перестраивая блок конденсаторов переменной емкости, подстраивают сердечниками контурные катушки *L1* — *L7* (каждую на своем поддиапазоне). Запас по краям всего частотного диапазона и перекрытие между соседними поддиапазонами должны составить не менее 3%.

Образцовые конденсаторы *C1* и *C2* необходимо установить с точностью не менее 1%. Если такая возможность отсутствует, можно использовать конденсаторы КТ-2а с допуском ±5%. При этом, однако, точность измерения некоторых параметров несколько ухудшится, но все же останется достаточной для радиолюбительской практики.

Перед началом работы приставка и все сопутствующие приборы должны быть надежно заземлены. Подключают приставку к источнику питания, милливольтметру и измерителю частоты, после чего приборы прогревают в течение 30 мин. По окончании прогрева переключатель *В4* устанавливают в соответствии с предполагаемой частотой резонатора или его нечетной гармоникой. Резисторы *R19, R21* полностью выводят.

Тумблер *В6* устанавливают в положение *«Больше»*, *В2* — в положение *«×10»*, *В1* — в положение *«Калибр»*, переключатель *В3* — в положение *«10 кОм»*. В разъем *Ш1* включают перемычку, в *Ш2* — исследуемый резонатор. Вращая ось конденсаторов переменной емкости, добиваются максимума отклонения стрелки милливольтметра. Если стрелка микроамперметра зашкаливает на пределе измерения 100 мВ, тумблер *В2* переводят в положение *«×1»*. Если же при этом стрелка выходит за пределы шкалы, используют переключатели *В3, В6* и резисторы *R19, R21*. Затем, вращая ось конденсатора *С20*, настраиваются на частоту возбуждения резонатора.

Если резонатор имеет большое сопротивление потерь и возбуждается неустойчиво, следует повторить все операции вновь и найти оптимальный вариант устойчивого возбуждения. Далее, не трогая ручек конденсаторов, резистором *R21* устанавливают стрелку в конце рабочей части шкалы на пределе измерения 100 мВ и, сменив предел измерения на больший, переводят тумблер *В1* в положение *«Измер.»*, записывают показание.

Необходимо помнить, что в целях снижения мощности рассеивания на кварце не следует допускать падения напряжения на нем более 2В на пределе «×*1*» и 20 В — на пределе «×*10*» переключателя *В2*.

Сопротивление потерь вычисляют по формуле

$$R_к = \frac{U_2 - U_1}{U_1} R_н,$$

где U_1 — напряжение, измеренное на выходе четырехполюсника; U_2 — напряжение, измеренное на входе четырехполюсника; $R_н$ — сопротивление резистора нагрузки четырехполюсника (*R4* — *R6*). Размерность U_2 и U_1, а также $R_к$ и $R_н$ должна быть одинаковой.

При $R_н = 100$ Ом и напряжении калибровки $U_1 = 100$ мВ формула упрощается и принимает вид

$$R_к = U_2 - 100.$$

В целях увеличения точности измерения $R_к$ высокочастотных кварцев приставку рекомендуется калибровать при напряжении сигнала 50 мВ, тогда формула примет вид

$$R_к = 2U_2 - 100.$$

Этот метод измерения потерь кварцевого резонатора дает некоторую погрешность, обусловленную несинусоидальной формой сигнала, а также наличием входной емкости используемого милливольтметра.

Влияние напряжения гармоник в спектре сигнала на увеличение погрешности измерения объясняется тем, что напряжение, измеренное на входе четырехполюсника, особенно при перевозбужденном автогенераторе, состоит из нескольких гармонических составляющих, в то же время напряжение сигнала на выходе четырехполюсника отфильтровано кварцем от гармонических составляющих. Поэтому измеренное напряжение на входе и $R_к$ оказываются завышенными.

Для уменьшения погрешности следует выбирать режим автогенератора на пороге самовозбуждения, что достигается снижением анодного напряжения и уменьшением сопротивления нагрузки четырехполюсника. К тому же при малых сопротивлениях нагрузки влияние входной емкости сказывается меньше.

Входная емкость милливольтметра шунтирует входное сопротивление четырехполюсника, как бы уменьшая $R_к$, и, следовательно, результат измерения получается заниженным.

Лучше всего применять милливольтметр с минимальной входной емкостью, например, В3-4, В3-12, В3-25, В3-43. Для дополнительного снижения емкости вместо обычного высокочастотного разъема полезно применить гнездо для установки пробника, которым обычно снабжаются все высокочастотные приборы.

Для удобства отсчета при массовых измерениях шкалу стрелочного прибора можно отградуировать непосредственно в значениях сопротивления потерь.

При измерении эквивалентной динамической емкости $C_к$ и индуктивности $L_к$, а также статической параллельной емкости C_0 приставку настраивают так же, как и при измерении потерь $R_к$, но дополнительно необходимо: измерить частоты резонанса кварца f_0 при напряжении калибровки не более 100 мВ; заменить перемычку в разъеме *Ш1* образцовым конденсатором *C1* и измерить новую частоту возбуждения f_1; заменить конденсатор *C1* образцовым конденсатором *C2* и снова измерить частоту возбуждения f_2. Вычисляют $L_к$, $C_к$ и C_0 по формулам:

$$L_к = \frac{1{,}2665 \cdot 10^{10}\ (f_2 - f_1)}{f_0(f_2 - f_0)(f_1 - f_0)(C1 - C2)};$$

$$C_к = \frac{2(f_1 - f_0)(f_2 - f_0)(C1 - C2)}{f_0(f_2 - f_1)};$$

$$C_0 = \frac{C1\ (f_1 - f_0) - C2(f_2 - f_0)}{f_2 - f_1}.$$

Если f_0, f_1, f_2 — в герцах, а $C1$ и $C2$ — в пикофарадах, $L_к$ будет в генри, $C_к$ и $C_э$ — в пикофарадах.

Емкости конденсаторов $C1$ и $C2$ могут быть взяты произвольными, но достаточными для устойчивого самовозбуждения автогенератора из условий

$$C_1 \ll C_4 \text{ и } C_2 \ll C_4.$$

Однако для удобства вычислений их желательно выбирать небольшими и кратными.

Погрешность измерений $L_к$, $C_к$ и C_0 зависит кроме точности определения емкости образцовых конденсаторов от погрешности измерения резонансных частот. В первую очередь увеличивает погрешность измерений дополнительная емкость монтажа проводников, идущих от образцовых конденсаторов. Увеличение погрешности возможно также от смещения частоты последовательного резонанса из-за изменения потерь $R_к$. Последнее же, как было отмечено выше, зависит от рассеиваемой на резонаторе мощности.

Пример расчета. При измерении были записаны частоты: $f_0 = 300\,017$ Гц, $f_1 = 300\,059$ Гц при $C1 = 53{,}4$ пФ и $f_2 = 300\,103$ Гц при $C2 = 20{,}5$ пФ.

$$L_к = \frac{1{,}2665 \cdot 10^{10}\ (f_2 - f_1)}{f_0(f_2 - f_0)\ (f_1 - f_0)\ (C1 - C2)} =$$

$$= \frac{1{,}27 \cdot 10^{10}\ (300\,103 - 300\,0{,}59)}{3 \cdot 10^5\ (300\,103 - 300\,017)\ (300\,059 - 300\,017)\ (53{,}4 - 20{,}5)} \approx$$

$$\approx 15{,}6\ \text{Г}.$$

$$C_к = \frac{2(f_1 - f_0)\ (f_2 - f_0)\ (C1 - C2)}{f_0\ (f_2 - f_1)} =$$

$$= \frac{2\ (300\,059 - 300\,017)\ (300\,103 - 300\,017)\ (53{,}4 - 20{,}5)}{3 \cdot 10^5\ (300\,103 - 300\,059)} =$$

$$= 0{,}018\ \text{пФ}.$$

Точно так же можно вычислить и статическую емкость C_0. Ее можно определить и непосредственно измерителем емкости (например, Е9-5 или Е8-2).

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ БЛОК ЦВЕТНОСТИ ДЛЯ ТЕЛЕВИЗОРОВ «РУБИН-401-1» И ЭЛЕКТРОН-701»

Е. Нечай, Б. Кубив, В. Палий

Применяемый в цветных телевизорах «Рубин-401-1» и «Электрон-701» блок цветности имеет ряд существенных недостатков: малое усиление-ограничение, неустойчивая цветовая синхронизация, различные полосы пропускания усилителей прямого и задержанного сигналов (в связи с этим — невозможность точной коррекции высокочастотных предыскажений частотно-модулированного цветового сигнала в прямом и задержанном каналах), паразитная амплитудная модуляция прямого сигнала из-за отражений в линии задержки, зависимость положения нулевых точек частотных детекторов от амплитуд поднесущих частот на их входах, высокий уровень помех от сигналов с частотами 2,1; 2,25 и 6,5 МГц.

Характерно, что последние четыре недостатка присущи (в большей или меньшей степени) блокам цветности всех телевизоров, выпускаемых промышленностью в настоящее время.

В описываемом усовершенствованном блоке цветности перечисленные недостатки устранены. Конструктивно он выполнен так, что расположение всех точек распайки жгута на плате базового блока полностью сохранено.

В узлах блока цветности (его структурная схема приведена на рис. 1) использованы некоторые схемы, заимствованные у «Электрона-703», а именно: зарядно-разрядного устройства, частотных дискриминаторов сигналов R — Y, B — Y и опознавания, коррекции низкочастотных предыскажений и катодной матрицы для получения сигнала G — Y. Поэтому в статье приводятся лишь схемы оригинальных узлов.

Усилитель-ограничитель прямого сигнала (рис. 2). Сигнал цветного изображения выделяется на низкодоб-

ротном параллельном контуре *Др1С1*, настроенном на частоту 4,3 МГц и включенном в катодную цепь триодной части лампы *3Л4* (см. схему телевизионного приемника *«Электрон-701»*). Контур *Др1С1* выполняет функцию предварительного корректора высокочастотных предыскажений сигнала цветности.

Первый каскад усилителя-ограничителя собран на транзисторе *Т1* по схеме с общим эмиттером. В качестве коллекторной нагрузки включен полосовой Т-фильтр *m*-типа. Режекторный контур *Др4С6С7* настроен на частоту 6,5 МГц, контур *Др5С10С11* — на частоту 2,25 МГц. Полоса пропускания фильтра равна 2,0—2,2 МГц.

Каскад на транзисторе *Т1* охвачен глубокой отрицательной обратной связью по току (ее напряжение выделяется на резисторе *R6*), что позволяет получить большой динамический диапазон, высокое входное сопротивление и стабильный коэффициент усиления.

Фильтр нагружен на резистор *R8* с сопротивлением, равным волновому, с которого сигнал цветности подается в канал задержанного сигнала и на базу транзистора *Т2* второго каскада усилителя-ограничителя прямого

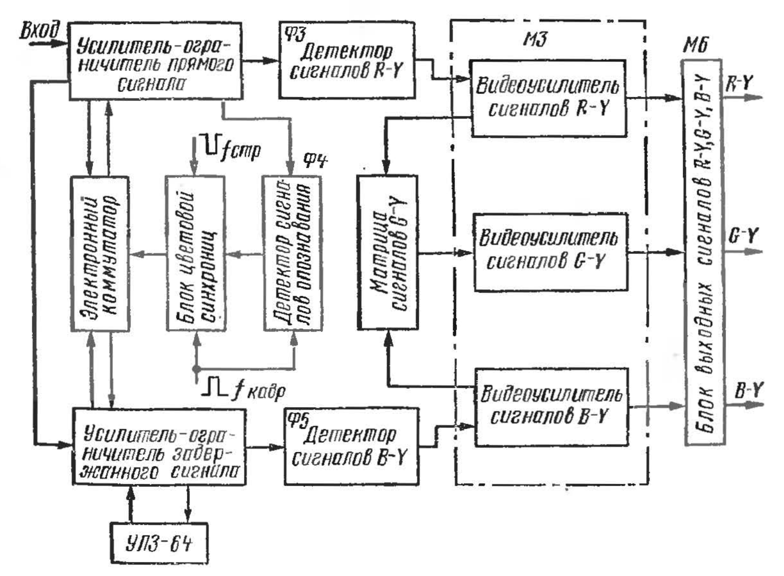
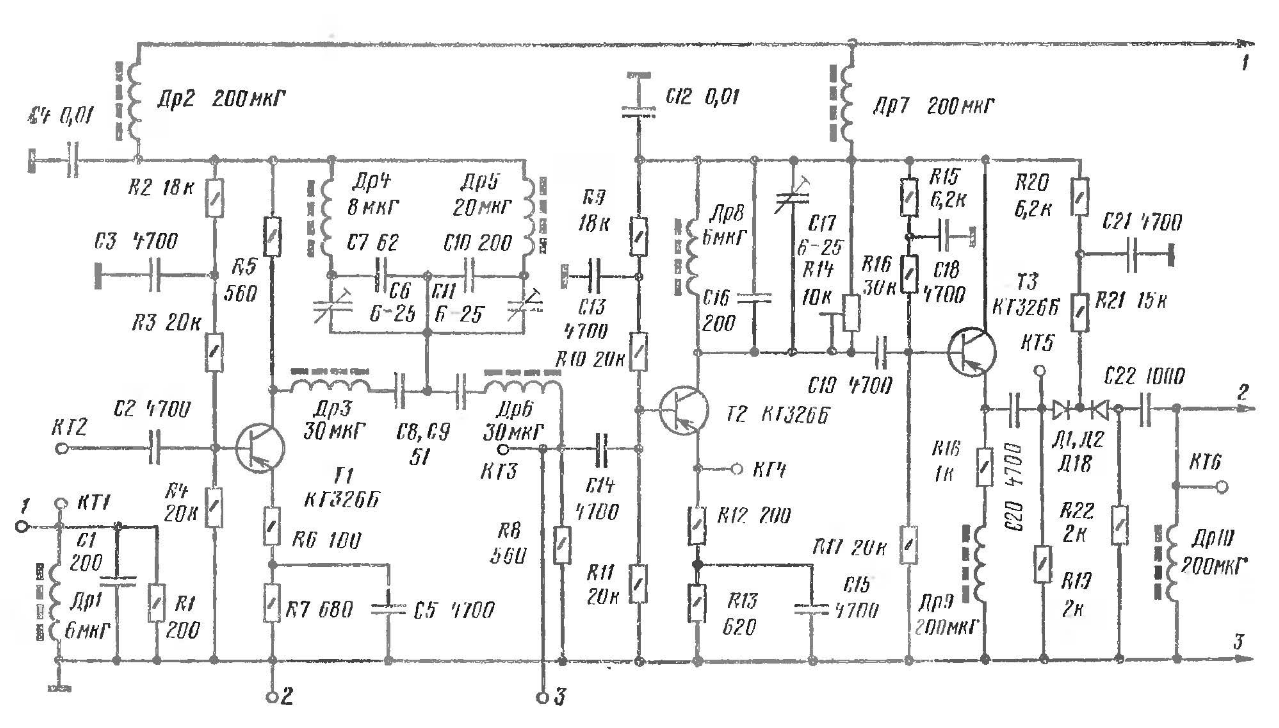


Рис. 1. Структурная схема блока цветности



С4 0,01
Др2 200 мкГ
С12 0,01
Др7 200 мкГ
1
R2 18 к
С3 4700
R5 560
R3 20 к
Др4 8 мкГ
Др5 20 мкГ
С7 62
С10 200
С6 6–25
С11 6–25
Др3 30 мкГ
С8, С9 51
Др6 30 мкГ
КТ2
С2 4700
Т1 КТ326Б
R4 20 к
1
КТ1
С1 200
Др1 6 мкГ
R1 200
R6 100
R7 680
С5 4700
2
КТ3
R8 560
С14 4700
3
R9 18 к
С13 4700
R10 20 к
R11 20 к
Др8 6 мкГ
С16 200
С17 6–25
R14 10 к
R15 6,2 к
R16 30 к
С18 4700
С19 4700
Т2 КТ326Б
КТ4
R12 200
R13 620
С15 4700
R17 20 к
R20 6,2 к
С21 4700
Т3 КТ326Б
R21 15 к
КТ5
С22 1000
2
Д1, Д2 Д18
R16 1 к
С20 4700
R22 2 к
R19 2 к
КТ6
Др10 200 мкГ
Др9 200 мкГ
3

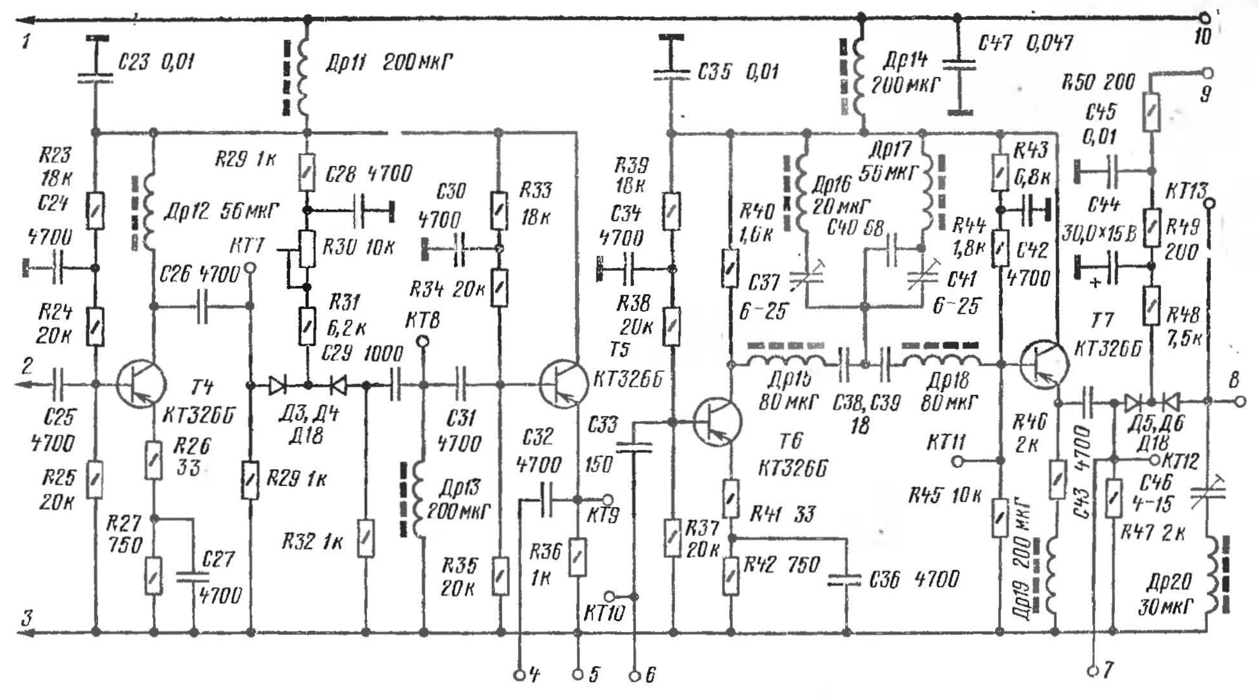


Рис. 2. Принципиальная схема усилителя-ограничителя прямого сигнала

сигнала. Этот каскад собран по схеме с общим эмиттером с глубокой отрицательной обратной связью по току (ее обеспечивает резистор *R12*). В качестве коллекторной нагрузки включен параллельный резонансный контур *Др8С16С17*, настроенный на частоту 4,3 МГц. Полоса пропускания контура регулируется подстроечным резистором *R14*. Контур *Др8С16С17* выполняет функции корректора высокочастотных предыскажений сигналов цветности для канала прямого сигнала.

Для согласования высокого выходного сопротивления каскада на транзисторе *Т2* с малым входным сопротивлением последовательного ограничителя, собранного на диодах *Д1, Д2*, применен эмиттерный повторитель на транзисторе *Т3*. Дроссель *Др9*, включенный в его эмиттерную цепь, в значительной мере увеличивает динамический диапазон и входное сопротивление для ЧМ сигналов цветности.

Дроссель *Др10* замыкает на землю низкочастотную огибающую ЧМ сигнала, возникающую при детектировании сигнала цветности последовательным диодным ограничителем и уменьшает прямое прохождение сигнала за счет барьерной емкости диодов *Д1* и *Д2*.

С выхода диодного ограничителя сигнал подается на базу транзистора *Т4* четвертого каскада усилителя прямого сигнала, собранного по схеме с общим эмиттером. В качестве коллекторной нагрузки включен дроссель *Др12*. С выхода каскада сигнал цветности поступает на второй диодный ограничитель (*Д3, Д4*) и затем через эмиттерный повторитель (на транзисторе *Т5*) — на восьмидиодный электронный коммутатор. Амплитуда сигнала, подаваемого на электронный коммутатор, регулируется с помощью подстроечного резистора *R30*.

С выхода электронного коммутатора сигнал цветности попадает на базу транзистора *Т6* предоконечного каскада усилителя, собранного по схеме с общим эмиттером. В качестве коллекторной нагрузки включен полосовой Т-фильтр с волновым сопротивлением 1,5 кОм. Режекторный контур *Др16С37* настроен на частоту 6,5 МГц, контур *Др17С40С41* — на частоту 2,25 МГц. Полоса пропускания фильтра равна 2,0—2,2 МГц. Фильтр нагружен на параллельно включенные резисто-

ры *R44*, *R45* и входное сопротивление эмиттерного повторителя на транзисторе *T7*.

С нагрузки эмиттерного повторителя сигнал цветности подается на третий диодный ограничитель (*Д5*, *Д6*).

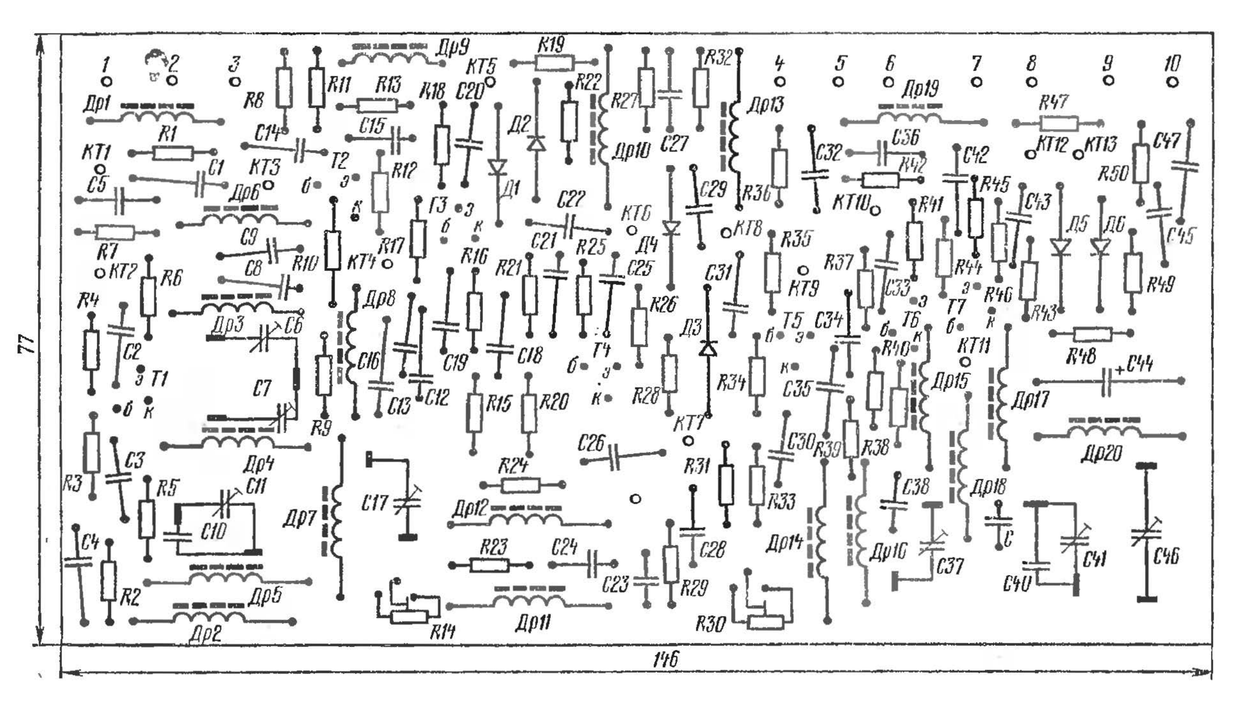
Насыщенность цветного изображения регулируется изменением уровня ограничения на диодах *Д5*, *Д6*. Это достигается изменением отрицательного напряжения, снимаемого со средней точки переменного резистора *7R16* (см. схему телевизионного приемника «Электрон-701») и подаваемого на вывод *9* платы усилителя-ограничителя прямого сигнала. При регулировке изменяется уровень напряжения второй гармоники поднесущей частоты сигнала цветности f_{R-Y} на выходе ограничителя, что приводит к изменению положения нулевой точки характеристики частотного детектора. Для устранения этого явления на выходе ограничителя включен последовательный режекторный контур *Др20С46*, настроенный на частоту 8,8 МГц ($2f_{R-Y}$).

Нагрузкой второго плеча ограничителя служат последовательно соединенные резисторы *R3* и *R4*, размещенные на плате базового блока.

Питаются все каскады усилителя через отдельные *LC*-фильтры (*Др2С4*, *Др7С12*, *Др11С23* и *Др14С35*).

Усилитель-ограничитель собран на печатной плате (рис. 3), разработанной под следующие детали: постоянные резисторы — МЛТ-0,25, подстроечные резисторы — СП5-16ТА, конденсаторы постоянной емкости — КМ, подстроечные конденсаторы — КПМ-1, электролитические конденсаторы — К53-1, дроссели — Д-0,1.

Усилитель-ограничитель задержанного сигнала (рис. 4). Сигнал цветности поступает на базу транзистора *T1* первого каскада усилителя, собранного по схеме с общим эмиттером. В качестве коллекторной нагрузки включен параллельный резонансный контур *Др2С5С6*, настроенный на частоту 4,3 МГц. Полосу пропускания контура регулируют подстроечным резистором *R6*. Контур *Др2С5С6* выполняет функцию корректора высокочастотных предыскажений сигналов цветности для канала задержанного сигнала. Применение двух корректоров позволяет выровнять полосы пропускания усилителей прямого и задержанного сигналов и добиться точной


77
146

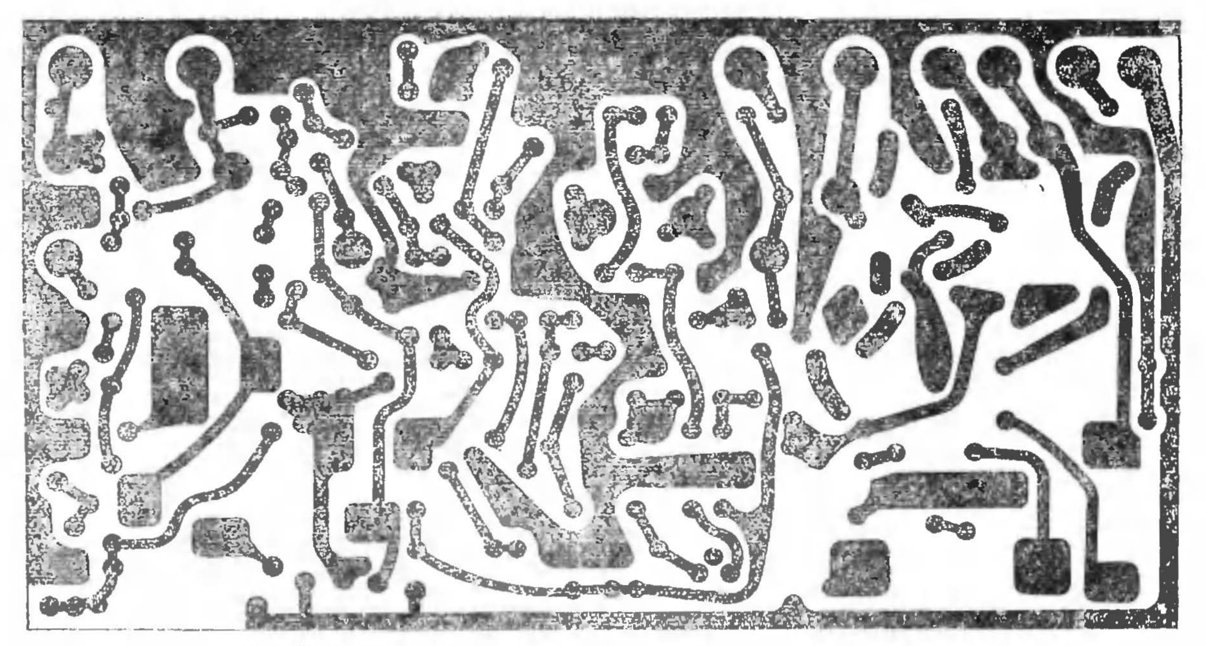
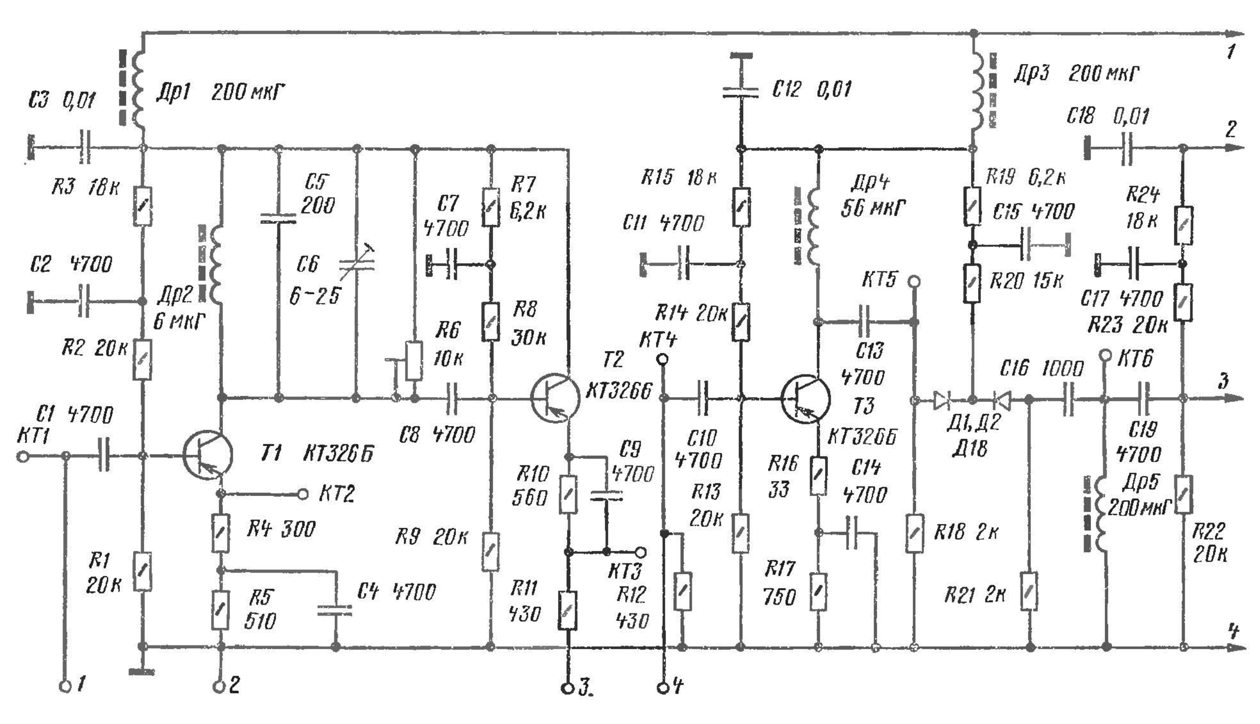


Рис. 3. Печатная плата усилителя ограничителя прямого сигнала



Др1 200 мкГ
C3 0,01
R3 18к
C2 4700
Др2 6 мкГ
R2 20к
C1 4700
KT1
T1 KT326Б
KT2
R4 300
R1 20к
R5 510
C4 4700
C5 200
C6 6-25
C7 4700
R7 6,2к
R8 30к
R6 10к
C8 4700
R9 20к
T2 KT326Б
R10 560
C9 4700
KT3
R11 430
R12 430
KT4
C12 0,01
R15 18к
C11 4700
R14 20к
C10 4700
R13 20к
Др4 56 мкГ
T3 KT326Б
R16 33
C14 4700
R17 750
KT5
C13 4700
R18 2к
Др3 200 мкГ
R19 6,2к
C15 4700
R20 15к
Д1, Д2 Д18
C16 1000
R21 2к
KT6
C18 0,01
R24 18к
C17 4700
R23 20к
C19 4700
Др5 200мкГ
R22 20к
1
2
3
4

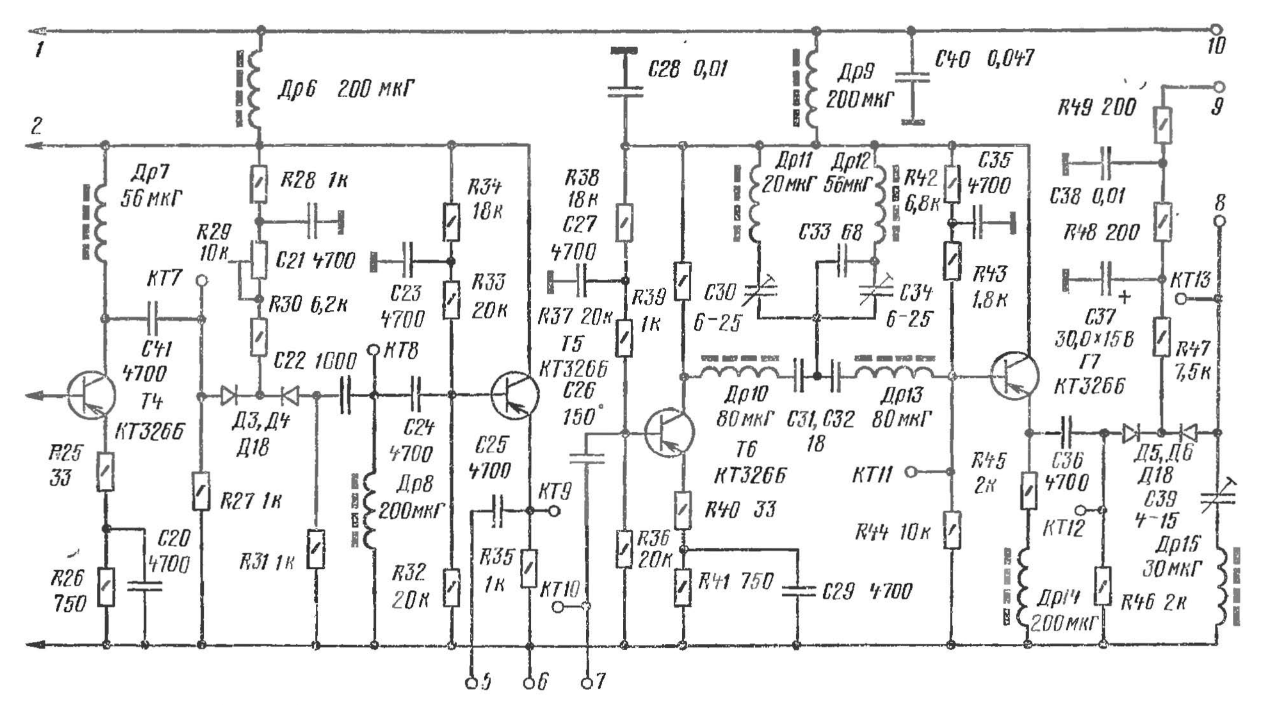
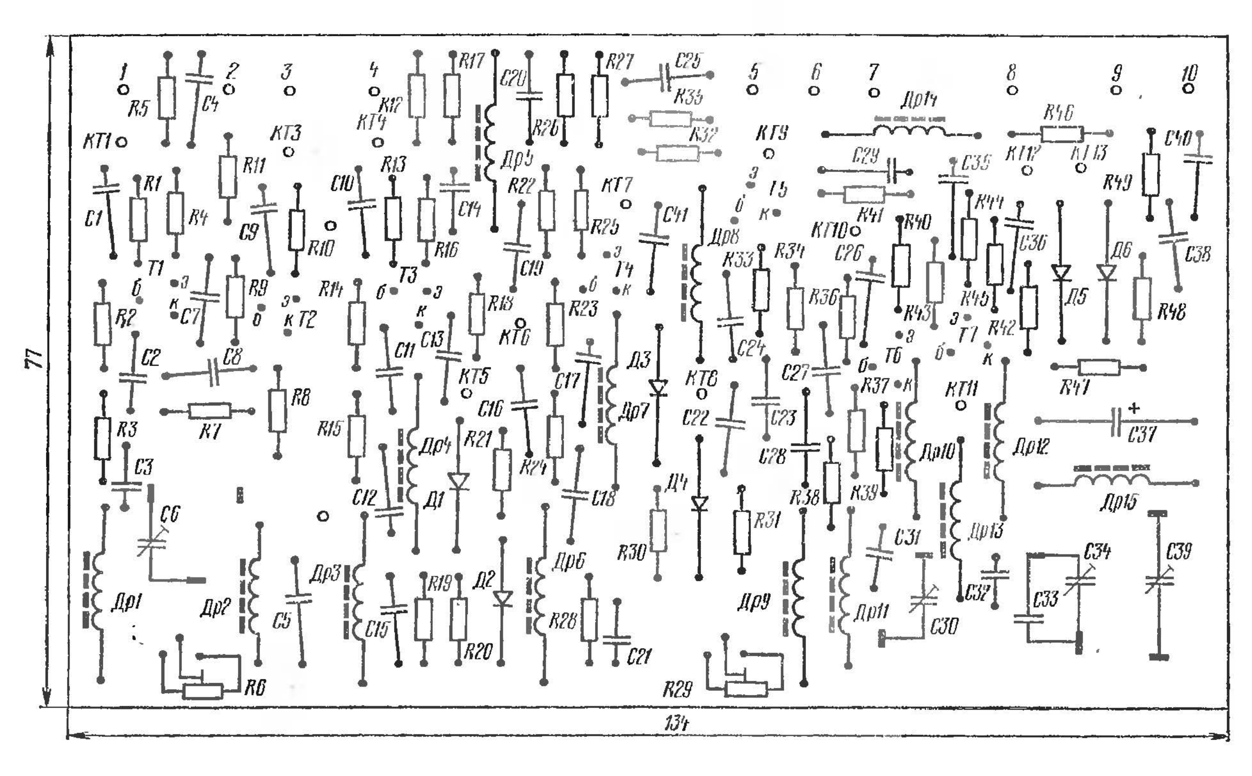


Рис. 4. Принципиальная схема усилителя-ограничителя задержанного сигнала


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
77
134

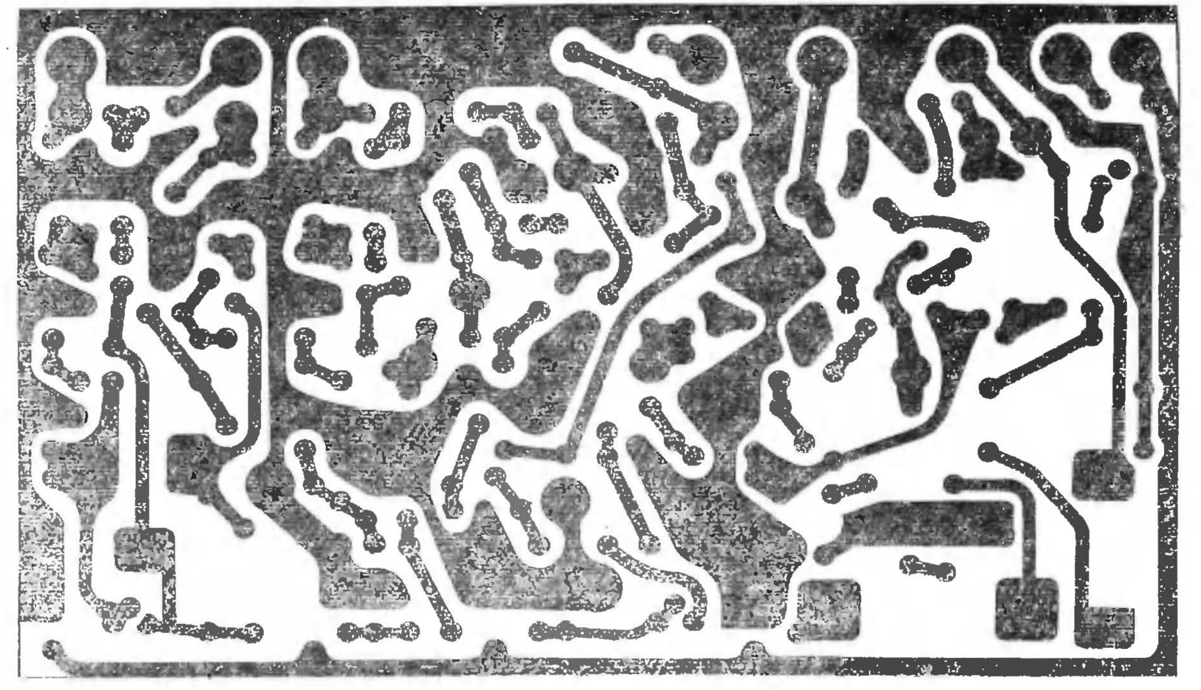


Рис. 5. Печатная плата усилителя-ограничителя задержанного сигнала

коррекции высокочастотных предыскажений сигналов цветности в прямом и задержанном каналах.

Для согласования высокого выходного сопротивления каскада с низким входным сопротивлением линии задержки в усилитель введен эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе *Т2*. Наличие этого эмиттерного повторителя и буферного каскада на транзисторе *Т1* в значительной степени уменьшает возможность проникно-

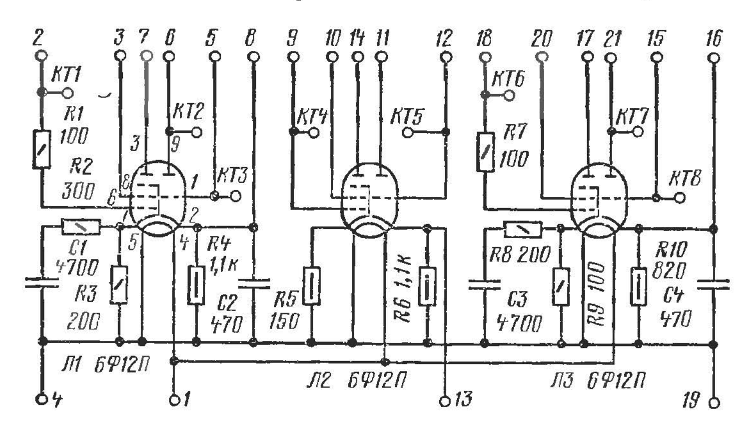


Рис. 6. Принципиальная схема лампового модуля

вения отраженных в линии задержки сигналов в канал прямого сигнала.

В эмиттерную цепь транзистора *Т2* включены согласующий резистор *R11*, контур *Ф1* и входной пьезопреобразователь линии задержки. На ее выходе имеются контур *Ф2* и согласующий резистор *R12*. Контуры *Ф1*, *Ф2* и линия задержки размещены на плате базового блока. Намоточные данные контуров соответствуют данным контуров *Ф6* и *Ф7*, применяемых в блоке цветности телевизионного приемника «Электрон-703», изменена только распайка выводов согласно принципиальной схеме базового блока.

Задержанный на 64 мкс сигнал цветности подается на базу транзистора *Т3*. В дальнейшем усилитель аналогичен усилителю-ограничителю прямого сигнала с тем лишь отличием, что последовательный режекторный контур *Др15С39* настроен на частоту 8,5 МГц.

Печатная плата усилителя-ограничителя задержан-

Рис 7. Печатная плата лампового модуля

ного сигнала показана на рис. 5 (типы радиодеталей те же, что и примененные для предыдущей платы).

Ламповый модуль (рис. 6). Пентодные части ламп используются в частотных демодуляторах цветоразностных сигналов R — Y, B — Y и сигналов опознавания. Коэффициенты усиления сигналов поднесущих частот f_{R-Y} и f_{B-Y} определяются параметрами цепочки отрицательной обратной связи по току *R2R3C1* и *R8R9C3* соответственно.

Триодные части ламп используются в видеоусилителях цветоразностных сигналов R — Y (*Л1*), G — Y (*Л2*)

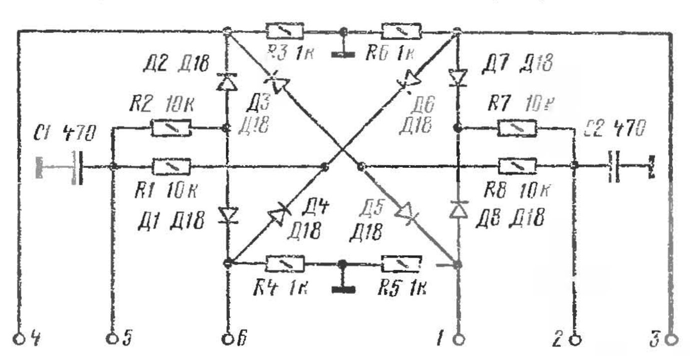


Рис. 8. Принципиальная схема электронного коммутатора

и B — Y (*Л3*). Коэффициент усиления и полоса пропускания усилителей определяются параметрами цепочек катодной коррекции *R4C2* (для сигналов R — Y) и *R10C4* (для сигналов B — Y). Печатная плата лампового модуля показана на рис. 7.

Электронный коммутатор (рис. 8). В блоке цветности применен восьмидиодный электронный коммутатор, имеющий значительно меньший уровень перекрестных искажений, чем четырехдиодный. Коммутатор собран на точечных германиевых диодах *Д18*, имеющих незначительную емкость (0,5 пФ) и сравнительно высокое (для данного типа диодов) предельно допустимое постоянное обратное напряжение (20 В).

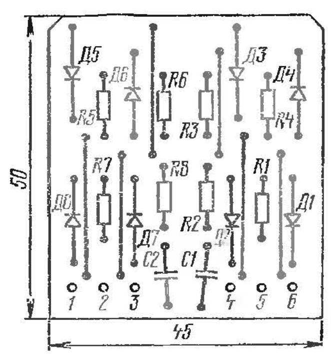
Для уменьшения перекрестных искажений в коммутаторе включены конденсаторы *С1* и *С2*.

Печатная плата коммутатора показана на рис. 9.

Блок цветовой синхронизации (рис. 10). Работой электронного коммутатора управляет симметричный

триггер, собранный на транзисторах *Т1* и *Т2*. Он запускается строчными импульсами отрицательной полярности. Амплитуда импульсов на коллекторах транзисторов триггера не превышает 18 В.

Импульс опознавания подается на базу транзистора *Т1* через цепочку *R2С1Д1*. При правильной фазе коммутации электронного коммутатора импульс опознавания положителен и не оказывает влияния на работу триггера; при неправильной фазе он отрицателен и, воздей-



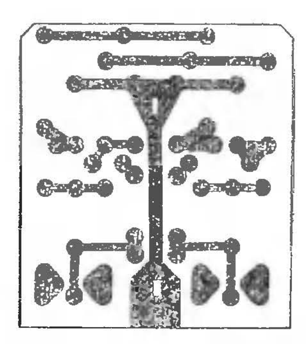


Рис. 9. Печатная плата электронного коммутатора

ствуя на базу транзистора *Т1*, корректирует фазу триггера.

Работой частотных демодуляторов цветоразностных сигналов R — Y и B — Y управляет зарядно-разрядное устройство, аналогичное примененному в телевизоре «Электрон-703». Отличие состоит в формировании прямоугольного импульса отрицательной полярности для заряда конденсатора *С7*. Для формирования такого импульса используются инвертирующий каскад, собранный на транзисторе *Т3*, и эмиттерный повторитель на транзисторе *Т4*. Прямоугольный импульс положительной полярности и длительностью 1100 мкс подается на базу транзистора *Т3* через цепочку *R12C12* с движка переменного резистора *7R133* (см. принципиальную схему телевизора «Электрон-701»). Этот же импульс используется для коммутации частотного демодулятора сигналов опознавания.

Чертеж печатной платы блока цветовой синхронизации приведен на рис. 11. Она разработана под следующие детали: постоянные резисторы МЛТ-0,125,

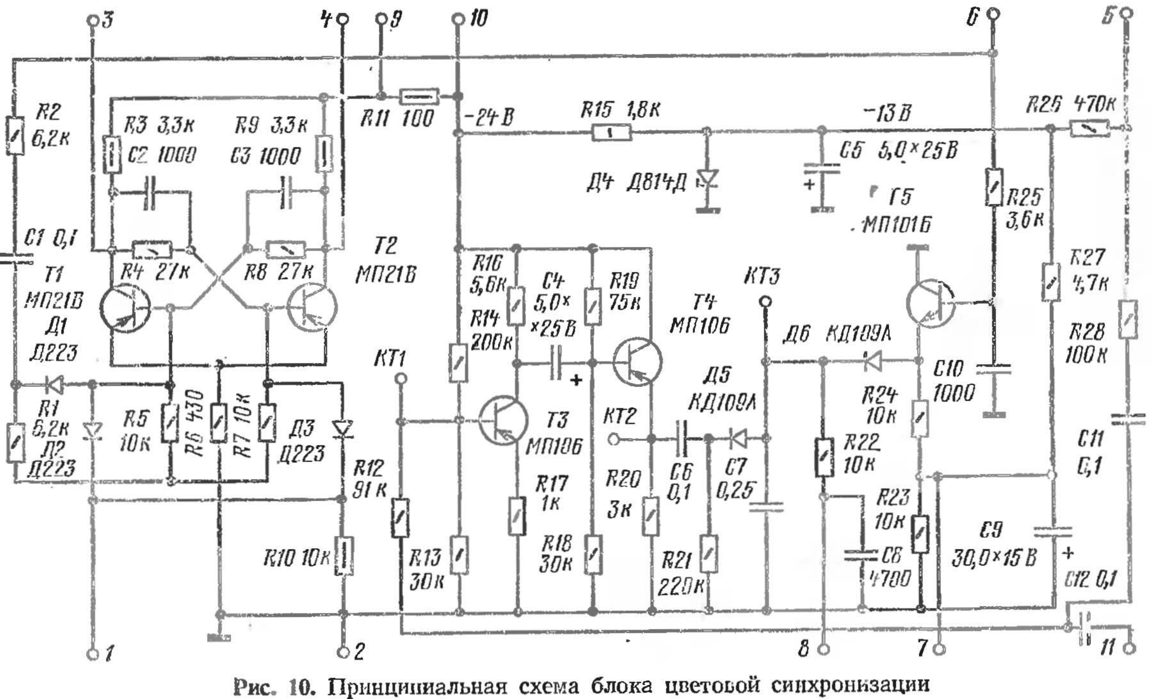


Рис. 10. Принципиальная схема блока цветовой синхронизации

Рис. 11. Печатная плата блока цветовой синхронизации

конденсаторы постоянной емкости КМ (кроме *C7* — МБМ на 150 В и С12 — МБМ на 250 В), электролитические конденсаторы — К50-6.

Модуль резисторов анодных нагрузок (рис. 12). На модуле размещены резисторы анодных нагрузок усилителей цветоразностных сигналов R — Y (*R1, R2*), G — Y (*R5, R6*) и B — Y (*R9, R10*).

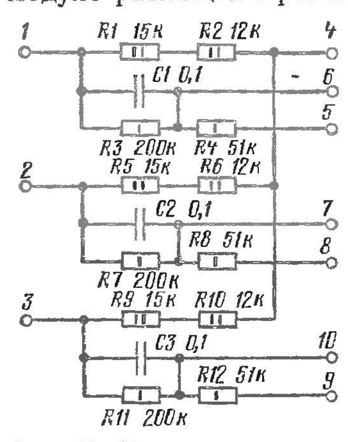


Рис. 12. Принципиальная схема модуля резисторов анодных нагрузок

С анодов усилителей эти сигналы через конденсаторы *C1* — *C3* подаются на соответствующие модуляторы кинескопа. Постоянные напряжения на модуляторах регулируются резисторами *7R110*, *7R111* и *7R112* (см. принципиальную схему телевизора «Электрон-701»).

На вывод *4* модуля подается питающее напряжение +380 В.

Тип примененных конденсаторов — МБМ на 250 В.

Модуль смонтирован на печатной плате (рис. 13).

Базовый блок БЦ-74 (рис. 14). Базовый блок представляет собой часть блока цветности, которая принципиально связана с перечисленными ранее устройствами и является их продолжением.

К выводу *8* базового блока подводится питающее напряжение 12 В, которое через фильтры *R1C5*, *Др1C47* (*C47* — на рис. 2) и *R2C7*, *Др2C40* (*C40* — на рис. 4) подается на оба усилителя-ограничителя.

Частотно-модулированный сигнал цветности подается от усилителя-ограничителя прямого сигнала на усилитель-ограничитель задержанного сигнала коаксиальным кабелем или экранированным проводом, соединяющим, выводы *5* и *47* базового блока.

К выводам *9—14* подключается электронный коммутатор. Напряжение поднесущих частот сигналов цветности из прямого и задержанного каналов подается на входы коммутатора (выводы *11, 12*), а с его выходов —

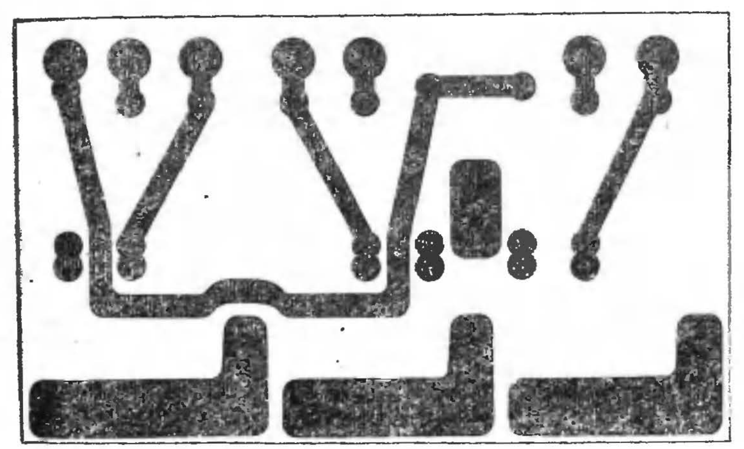


Рис. 13. Печатная плата модуля резисторов анодных нагрузок

на предоконечные каскады усилителей прямого и задержанного сигналов (выводы *9, 18* и *14, 40*).

С коллекторов транзисторов симметричного триггера (выводы *25, 26*) через конденсаторы *С3* и *С4* разнополярные прямоугольные импульсы длительностью 64 мкс подаются на электронный коммутатор (выводы *10, 13*).

Резисторами *R3* и *R6* устанавливают уровни напряжений поднесущих частот f_{R-Y} и f_{B-Y} на входах соответствующих частотных демодуляторов.

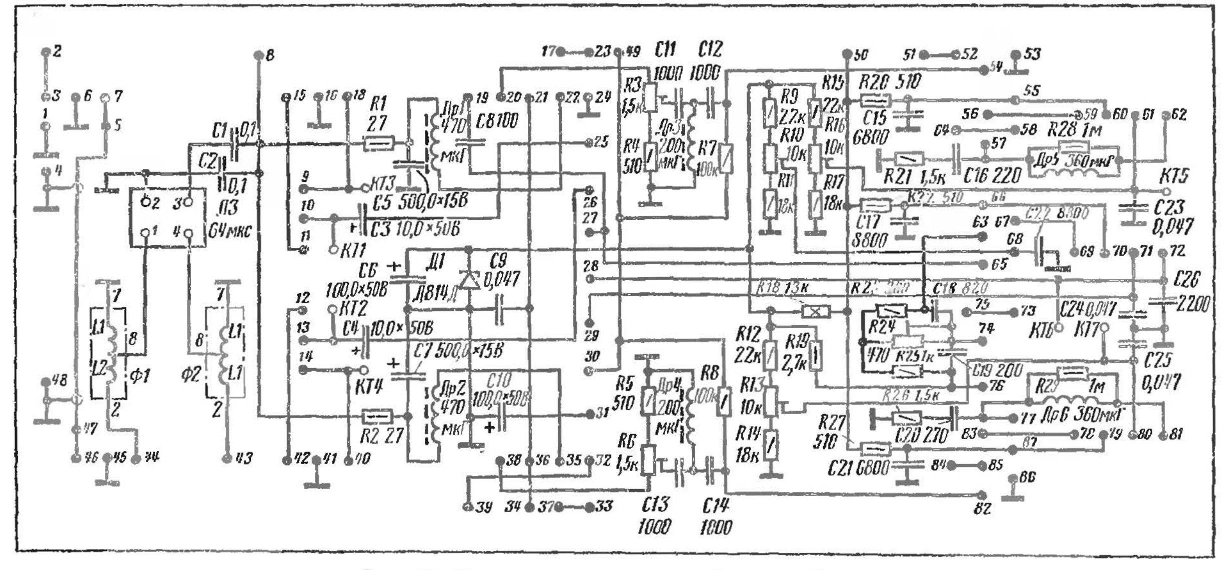


Рис. 14. Принципиальная схема базового блока

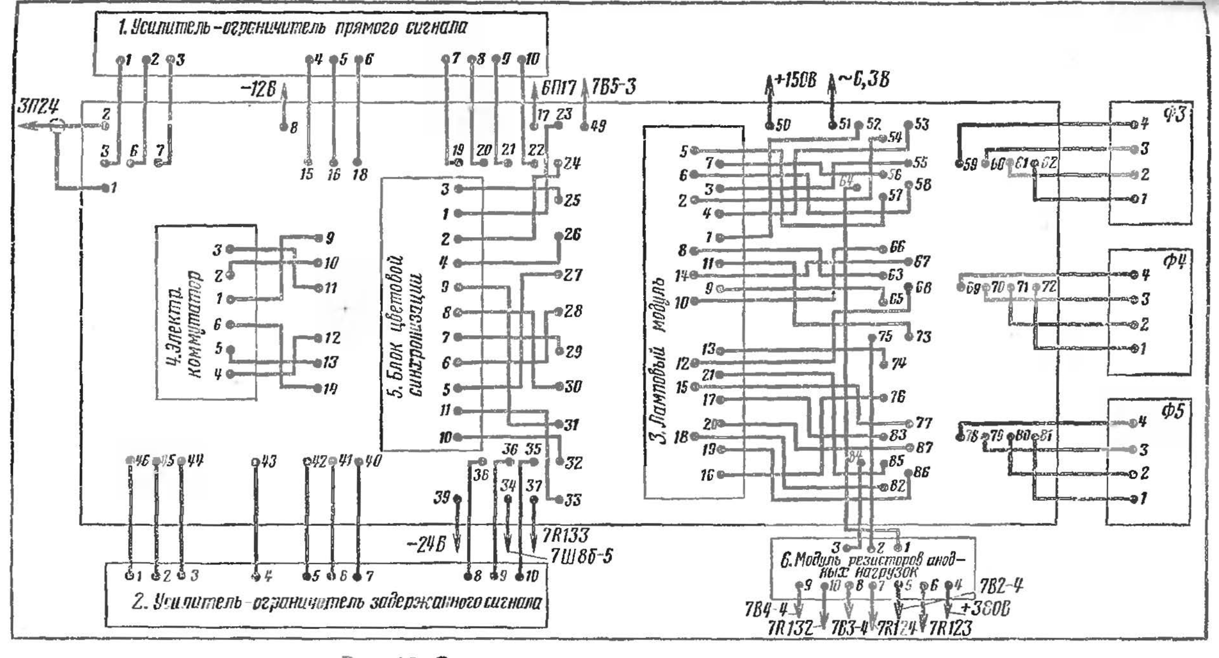
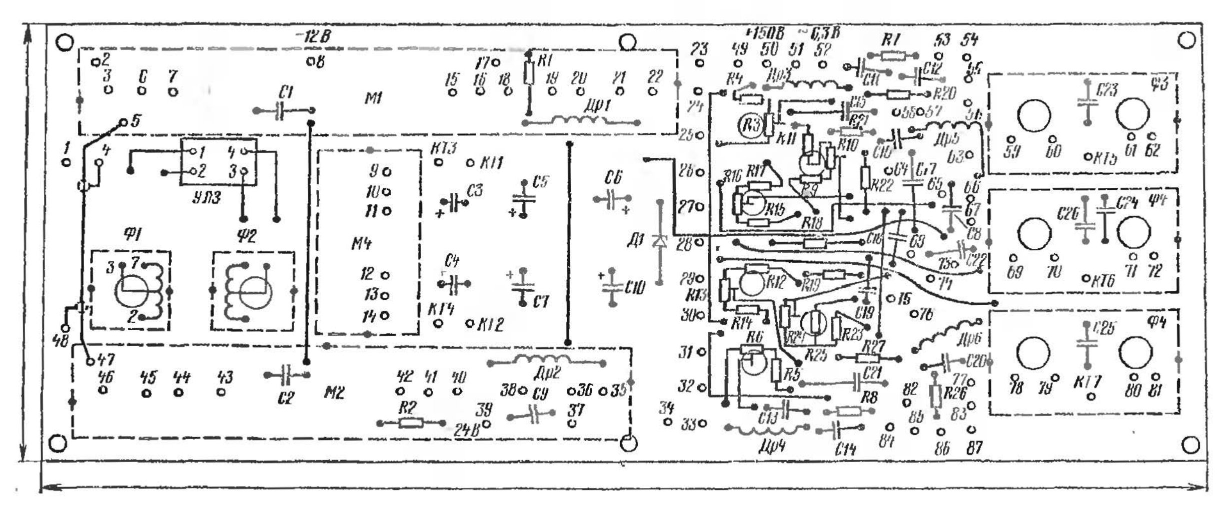


Рис. 15. Схема соединений узлов блока цветности



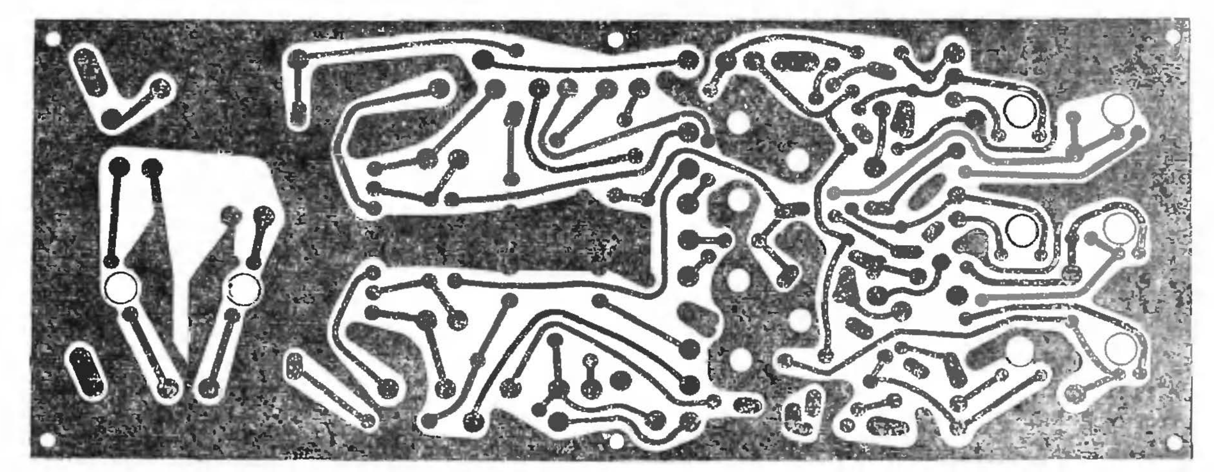


Рис. 16. Печатная плата базового блока

Напряжение поднесущей частоты сигналов опознавания снимается с оконечного каскада усилителя прямого сигнала (вывод *19*) и через конденсатор *C8* подается на управляющую сетку пентодной части лампы *Л2* частотного демодулятора сигналов опознавания. Демодуляция этих сигналов происходит во время подачи на управляющую сетку положительных прямоугольных импульсов длительностью 1100 мкс и амплитудой 15—17 В, компенсирующих постоянное отрицательное смещение (—13 В), имеющееся на сетке.

К выводу *50* подводится питающее напряжение +150 В, которое через фильтры *R20C15, R22C17* и *R27C21* подается на аноды и экранные сетки ламп частотных дискриминаторов. Это же напряжение используется для создания с помощью параметрического стабилизатора *R18Д1* стабильного источника питания +13 В, к которому подключены делители *R9 — R17*. Напряжение, снимаемое с движков подстроечных резисторов *R10, R13* и *R16*, подается на управляющие сетки триодов ламп *Л2, Л3* и *Л1*. Изменением этого напряжения устанавливают одинаковый потенциал анодов всех ламп, равный 200 В.

Для подавления сигналов цветовых поднесущих служат дроссели *Др5* и *Др6*.

С помощью цепочек *R21C16* и *R26C20* осуществляется коррекция низкочастотных предыскажений сигналов R — Y и B — Y соответственно.

Для получения сигнала G — Y используется катодная матрица *R23, R24, R25*. Размах сигнала устанавливают подстроечным резистором *R24*.

Соединение отдельных узлов и базового блока, а также подключение устройства к остальной части телевизора приведено на рис. 15.

В базовом блоке применены следующие детали: постоянные резисторы — МЛТ (*R18* — ПЭВ-10), подстроечные резисторы — СПО-0,5, конденсаторы постоянной емкости — КМ (*C15, C17* и *C21* — КТ-2), дроссели (кроме *Др5* и *Др6*) — Д-0,1, дроссели *Др5* и *Др6* намотаны на резисторах МЛТ-0,5 сопротивлением 1 МОм, тип намотки — «универсаль». Печатная плата базового блока показана на рис. 16.

Конструкция. Блок цветности состоит из базового блока и девяти размещенных на нем узлов. Узлы *Ф3* —

Рис. 17. Компоновка узлов блока цветности

Ф5 схемно и конструктивно соответствуют аналогичным модулям телевизионного приемника «Электрон-703». Компоновка блока показана на рис. 17. Узлы *1, 2, 4, Ф3 — Ф5* экранируются. Узлы крепят к плате базового блока угольниками и кронштейнами.

Настройка. Для настройки усилителей-ограничителей необходим прибор Х1-1А или Х1-7 с широкополосным усилителем для настройки цветных телевизоров (см. «Радио», 1972, № 10, с. 24).

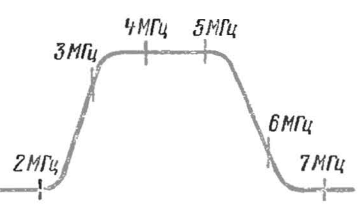


Рис. 18. Форма характеристики полосового фильтра

Настройка полосового Т-фильтра с волновым сопротивлением 500 Ом. Снимают перемычку между точками *КТ1* и *КТ2* усилителя-ограничителя прямого сигнала. Выходной кабель прибора Х1-1А, нагруженный на резистор сопротивлением 75 Ом, подключают к точке *КТ2*, входной кабель прибора с детекторной головкой — к точке *КТ4*. Движки резистора *R14* усилителя прямого сигнала и *R6* усилителя задержанного сигнала устанавливают в крайние верхние (по схеме)

положения. Конденсаторами *C6* и *C11* устанавливают форму характеристики, подобную изображенной на рис. 18.

Частотная характеристика Т-фильтров с волновым сопротивлением 1,5 кОм имеет аналогичную форму.

Настройка контура высокочастотных предыскажений прямого канала. Устанавливают перемычку между точками *КТ1* и *КТ2*. Выходной кабель прибора Х1-1А, нагруженный на резистор сопротивлением 75 Ом, через резистор сопротивлением 1 кОм подключают к точке *КТ1*. Входной кабель прибора с детекторной головкой подсоединяют к точке *КТ5*. Конденсатором *C17* устанавливают максимум характеристики на частоту 4,3 МГц, а резистором *R14* — полосу пропускания контура, равную 270 кГц (по уровню 0,7).

Настройка контура высокочастотных предыскажений задержанного канала сходна с предыдущей операцией с тем отличием, что входной кабель прибора с детекторной головкой подсоединяют к точке *КТ5* усилителя задержанного сигнала и для настройки используют конденсатор *C6* и резистор *R6*.

Настройку остальной части блока цветности ведут по Инструкции по настройке и ремонту для телевизионного приемника «Электрон-703».

СОДЕРЖАНИЕ